

Contemporary Science, Technology and Society

Proceedings of the International
Scientific Conference



**21 September 2026
London, United Kingdom**

International
Scientific Conference

**Contemporary
Science, Technology
and Society**

Proceedings

21 September 2026

London, United Kingdom

CONTEMPORARY SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY

Proceedings of the International Scientific Conference

21 September 2026

London, United Kingdom

Edited by: Academia Publishing Hub

Published by: Lulu Press, Inc.

ISBN: 978-1-291-50580-1

DOI: <https://doi.org/10.64076/ap260921>

Conference date: 21 September 2026

Official website: www.aphub.org

© 2026 Authors

© 2026 Academia Publishing Hub

The authors retain copyright in their individual contributions.

All contributions included in these Conference Proceedings have been submitted by the authors and accepted for publication following editorial review.

The authors are solely responsible for the content, accuracy, originality, terminology, data, references, conclusions, and academic integrity of their contributions.

The views, interpretations, and conclusions expressed in individual papers are those of the respective authors and do not necessarily reflect the views of the Editorial Board, the conference organizers, or the publisher.

The publisher and the Editorial Board accept no responsibility for any errors, inaccuracies, or consequences arising from the use of information contained in individual contributions.

The use of references, quotations, illustrations, tables, data, and other third-party materials is the responsibility of the respective authors.

OPEN ACCESS AND LICENSING



This publication is distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)**.

This license permits use, sharing, adaptation, distribution, and reproduction in any medium or format, provided that appropriate credit is given to the original author(s) and the source, a link to the Creative Commons license is provided, and any changes made are indicated.

AP Academia
Publishing Hub

CONTENTS

ECONOMICS	6
Valerii Rudanskyi	
MIGRATION AND LABOR SHORTAGES AS CONSTRAINTS ON UKRAINE'S ECONOMIC GROWTH	6
Vasyl Artemov	
TRANSFORMATION OF UKRAINE-EU AGRI-FOOD TRADE UNDER THE UPDATED DCFTA	9
Valeriia Ihnatusha	
CASHLESS ECONOMY AND DIGITAL PAYMENT INFRASTRUCTURE IN UKRAINE: ECONOMIC EFFECTS AND DEVELOPMENT LIMITS	13
Kateryna Andrieieva	
BANK LENDING TO SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES AS A FACTOR OF UKRAINE'S INVESTMENT RECOVERY	16
Maryna Stepanova	
MACROECONOMIC RESILIENCE OF UKRAINE IN 2025-2026: GROWTH CONSTRAINTS AND ANTI-INFLATION PRIORITIES	19
Inna Yaroshchuk, Odarka Lysenko, Marharyta Kaverinska, Yan Kolodii	
THE ECONOMIC EFFECTS OF CORPORATE PROGRAMS FOR THE REINTEGRATION AND WORKPLACE ADAPTATION OF WAR VETERANS . .	22
PUBLIC ADMINISTRATION	28
Iryna Bondarenko	
INSTITUTIONAL AND FINANCIAL CAPACITY OF TERRITORIAL COMMUNITIES AS A BASIS FOR SUSTAINABLE LOCAL GOVERNANCE . . .	28
Andrii Moroz	
OPEN DATA IN PUBLIC ADMINISTRATION: FROM DISCLOSURE TO MANAGEMENT ANALYTICS	32
Olena Kovalchuk	
DIGITAL PUBLIC SERVICES AS AN INSTRUMENT OF SERVICE-ORIENTED PUBLIC ADMINISTRATION	36
Vladyslav Kuznietsov	
NON-FINANCIAL REPORTING AS A TOOL FOR TRANSPARENCY AND CSR PERFORMANCE ASSESSMENT	40
Tetyana Novytska	
SUPERVISION AS AN INNOVATIVE TOOL FOR DEVELOPING HUMAN POTENTIAL IN THE PUBLIC SECTOR IN UKRAINE	44
PSYCHOLOGY AND SOCIOLOGY	48
Andrii Savchuk	
TECHNOSTRESS IN HYBRID EMPLOYMENT: AVAILABILITY BOUNDARIES, RECOVERY, AND ORGANIZATIONAL NORMS	48
Daryna Melnyk	
YOUTH VOLUNTEERING AS A RESOURCE OF SOCIAL CAPITAL AND SUBJECTIVE WELL-BEING	51
Olena Kovalenko	
PSYCHOLOGICAL RESILIENCE OF UNIVERSITY STUDENTS UNDER PROLONGED UNCERTAINTY	54
Iryna Romaniuk	
LONELINESS AND SOCIAL BELONGING IN HYBRID LEARNING: A SOCIO-PSYCHOLOGICAL PERSPECTIVE	57

Maksym Bondarenko	
DIGITAL OVERLOAD AND STUDENT ATTENTION: PSYCHOLOGICAL MECHANISMS AND SELF-REGULATION PRACTICES	60
Vira Syniakova, Nataliia Shapoval	
PSYCHOLOGICAL FEATURES OF LEADERSHIP QUALITIES FORMATION IN CHILDREN WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS	63
INFORMATION TECHNOLOGIES	68
Anhelina Kovalenko	
SOFTWARE BILL OF MATERIALS AS A TOOL FOR SOFTWARE SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT	68
Viktor Didenko	
DIGITAL TWINS IN AGRICULTURAL INFORMATION SYSTEMS: ARCHITECTURE, DATA, AND DECISION SUPPORT	71
Yuliia Ihnatieva	
TINY MACHINE LEARNING (TINYML) AS A TOOL FOR ENERGY-EFFICIENT DATA PROCESSING IN EDGE INTERNET OF THINGS DEVICES	74
Viktor Stepanov	
ZERO TRUST ARCHITECTURE FOR PROTECTING THE DIGITAL INFRASTRUCTURE OF A HIGHER EDUCATION INSTITUTION	77
Maksym Petrov	
RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION ARCHITECTURE FOR IMPROVING THE RELIABILITY OF GENERATIVE INFORMATION SYSTEMS	80
Volodymyr V. Kovalchuk, Dmytro V. Buryak, Dmytro D. Buryak, Yehor O. Holotov	
ELEMENTS OF QUANTUM COMPUTER THEORY: A MODEL FOR THE FORMATION OF A Q-BIT STATE	83
Mykola Golovenko, Viktor Kuzmin, Vitalii Larionov	
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CHEMOINFORMATICS: COMPLEMENTARITY OF TWO FIELDS OF MODERN CHEMISTRY	87

ECONOMICS

Valerii Rudanskyi

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

MIGRATION AND LABOR SHORTAGES AS CONSTRAINTS ON UKRAINE'S ECONOMIC GROWTH

Abstract. The paper assesses the economic implications of migration and labor shortages for Ukraine. Eurostat reported 4.43 million non-EU citizens who fled Ukraine and held temporary protection in the EU as of 31 July 2026. The largest groups were registered in Germany, Poland and Czechia. At the same time, the NBU expects the labor market to remain tight and forecasts real wage growth of about 7 % in 2026. The analysis shows that labor shortages increase business costs, constrain output and accelerate automation, while migration simultaneously reduces domestic labor supply and supports households through cross-border income links. A sustainable response requires higher productivity, targeted return incentives, integration of internally displaced persons and veterans into employment, training, and better matching between vacancies and skills.

Keywords: migration, labor market, labor shortage, wages, productivity, human capital, Ukraine

Валерій Руданський

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

МІГРАЦІЯ ТА ДЕФІЦИТ РОБОЧОЇ СИЛИ ЯК ОБМЕЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ УКРАЇНИ

Анотація. Оцінено економічні наслідки міграції та дефіциту робочої сили для України. За даними Eurostat, станом на 31 липня 2026 року в ЄС перебувало 4,43 млн осіб, які виїхали з України та мали статус тимчасового захисту; найбільші групи були зареєстровані в Німеччині, Польщі та Чехії. Водночас НБУ очікує збереження напруженості на ринку праці та прогнозує зростання реальної заробітної плати приблизно на 7 % у 2026 році. Показано, що дефіцит кадрів підвищує витрати підприємств, обмежує випуск і прискорює автоматизацію, а міграція одночасно зменшує внутрішню пропозицію праці та підтримує домогосподарства через трансграничні доходи. Обґрунтовано необхідність підвищення продуктивності, адресних стимулів до повернення, інтеграції внутрішньо переміщених осіб і ветеранів у зайнятість, професійного навчання та кращого узгодження вакансій із навичками.

Ключові слова: міграція, ринок праці, дефіцит кадрів, заробітна плата, продуктивність, людський капітал, Україна

Людський капітал став одним із найдефіцитніших ресурсів української економіки. Масштабна зовнішня міграція, внутрішнє переміщення населення, мобілізація та структурні зміни попиту на професії істотно звузили ефективну пропозицію праці. Станом на 31 липня 2026 року в країнах ЄС під тимчасовим захистом перебувало 4,43 млн осіб, які виїхали з України внаслідок війни [1]. Цей показник не можна безпосередньо прирівнювати до втрати робочої сили, оскільки частину становлять діти, а частина дорослих зберігає економічні зв'язки з Україною. Проте масштаби переміщення істотно впливають на демографічну базу ринку праці.

Найбільша кількість осіб під тимчасовим захистом у липні 2026 року була зареєстрована в Німеччині - близько 1,29 млн, у Польщі - 953 тис., у Чехії - 395 тис. [1]. Структура за статтю та віком також має економічне значення: 43,4 %

становили дорослі жінки, 27,1 % - дорослі чоловіки, 29,4 % - неповнолітні. Значна частка жінок працездатного віку означає, що тривале перебування за кордоном впливає на пропозицію праці в освіті, медицині, торгівлі, послугах та інших секторах, де жіноча зайнятість традиційно висока.

Внутрішній ринок праці реагує на дефіцит кадрів через підвищення заробітної плати. НБУ оцінює, що реальні зарплати зросли приблизно на 7 % у 2025 році і прогнозує аналогічний приріст у 2026 році, а у 2027-2028 роках - близько 6 % щороку [2]. Зростання реальної оплати праці підтримує споживчий попит і доходи домогосподарств, однак для підприємств воно означає збільшення собівартості. Якщо продуктивність праці зростає повільніше за заробітну плату, виникає додатковий інфляційний тиск і знижується конкурентоспроможність частини виробництв.

Таблиця 1. Ключові кількісні показники досліджуваної проблематики

Показник	Значення
Особи під тимчасовим захистом у ЄС на 31.07.2026	4,43 млн
Німеччина / Польща / Чехія	1,290 млн / 0,953 млн / 0,395 млн
Структура: дорослі жінки / чоловіки / неповнолітні	43,4 % / 27,1 % / 29,4 %
Прогноз зростання реальної зарплати в Україні у 2026 р.	близько 7 %

Джерело: складено автором за офіційними даними, наведеними у списку джерел.

Дефіцит праці має неоднаковий вплив на підприємства. Великі компанії частіше можуть підвищувати зарплату, інвестувати в автоматизацію, релокацію персоналу та корпоративне навчання. Для малих підприємств різке зростання витрат на персонал може означати скорочення режиму роботи, відмову від розширення або перехід власника до виконання частини найманих функцій. На рівні економіки це посилює концентрацію в окремих секторах і підвищує цінність технологій, які заміщують рутинну працю.

Водночас трудова міграція не має лише негативного ефекту. Домогосподарства отримують доходи з-за кордону, а мігранти накопичують нові професійні навички, мовні компетентності та досвід роботи в європейських компаніях. За умови повернення частини населення ці ресурси можуть підвищити підприємницьку активність і продуктивність. Тому економічна політика має уникати спрощеного підходу, за якого метою є лише кількісне повернення людей. Важливіше створювати умови, за яких повернення є економічно раціональним: безпека, житло, робочі місця, якісні послуги та перспективи професійного розвитку.

НБУ у базовому сценарії очікує чистий відплив населення у 2026 році приблизно на 0,2 млн осіб, початок чистого повернення у 2027 році близько 0,1 млн та його прискорення у 2028 році до близько 0,5 млн осіб [2]. Ці оцінки мають сценарний характер і залежать передусім від безпекової ситуації. Для бізнесу це

означає, що кадрове планування не може будуватися на припущенні про швидке автоматичне відновлення пропозиції праці. Підприємствам уже зараз потрібно інвестувати в продуктивність, перепідготовку та організаційні зміни.

Внутрішній резерв робочої сили пов'язаний із кращим залученням внутрішньо переміщених осіб, ветеранів, людей старшого віку, осіб з інвалідністю та батьків із малими дітьми. Для цього потрібні адаптовані робочі місця, гнучкий графік, доступність транспорту і доглядової інфраструктури, а також програми перекваліфікації. Економічний ефект таких заходів подвійний: вони розширюють пропозицію праці та зменшують соціальні витрати, пов'язані з довготривалою неактивністю.

Окремою проблемою є невідповідність навичок структурі вакансій. Навіть за наявності безробітних роботодавці можуть не закривати вакансії через територіальні, професійні або кваліфікаційні розриви. Тому потрібні короткі модульні програми навчання, тісніша співпраця закладів освіти з роботодавцями та розвиток сервісів прогнозування попиту на професії. У середньостроковій перспективі саме підвищення продуктивності праці має стати головною відповіддю на демографічне скорочення.

Отже, міграція та дефіцит кадрів є не тимчасовим епізодом, а структурним фактором економічного розвитку України. Їхній вплив проявляється через зростання зарплат, зміну географії бізнесу, автоматизацію та обмеження потенційного ВВП. Політика людського капіталу повинна одночасно сприяти поверненню тих, хто готовий повернутися, ефективнішому залученню наявного населення до зайнятості та підвищенню продуктивності кожного працівника. Лише поєднання цих напрямів здатне зменшити кадрове обмеження економічного відновлення.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Eurostat. 4.43 million under temporary protection in July 2026. 10.09.2026. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20260910-1> (accessed: 27.09.2026).
2. Національний банк України. Інфляція буде помірною у 2026-2028 роках, а економіка поступово зростатиме - Інфляційний звіт. 05.02.2026. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/inflyatsiya-bude-pomirnoyu-u-20262028-rokah-a-ekonomika-postupovo-zrostatime/-inflyatsiyniy-zvit> (дата звернення: 27.09.2026).
3. Національний банк України. Інфляційний звіт. Січень 2026 року. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/IR_2026-Q1.pdf (дата звернення: 27.09.2026).
4. Eurostat. Temporary protection for persons fleeing Ukraine - monthly statistics. September 2026. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/111852.pdf> (accessed: 27.09.2026).

Vasyl Artemov

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

TRANSFORMATION OF UKRAINE-EU AGRI-FOOD TRADE UNDER THE UPDATED DCFTA

Abstract. The paper examines structural changes in Ukraine-EU trade with a focus on agri-food products. In 2025 the EU accounted for around 65 % of Ukraine's trade in goods, while bilateral trade reached EUR 68.2 billion. Ukraine's agricultural exports totaled USD 22.6 billion, or about 56 % of the country's total exports. At the same time, Ukraine's share in EU agricultural imports decreased from 6.7 % in 2024 to 5.0 % in 2025 after the expiration of temporary trade facilitation measures. The updated Deep and Comprehensive Free Trade Area entered into force in October 2025 and links expanded market access more closely to alignment with EU production standards. The paper argues that the next stage of integration should focus on value added, processing, compliance with standards and diversification of export destinations rather than on physical volumes alone.

Keywords: foreign trade, agri-food exports, European Union, DCFTA, value added, Ukraine

Василь Артемов

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРОПРОДОВОЛЬЧОЇ ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ ТА ЄС В УМОВАХ ОНОВЛЕНОЇ ПВЗВТ

Анотація. Досліджено структурні зміни у торгівлі України з Європейським Союзом з акцентом на агропродовольчу продукцію. У 2025 році на ЄС припадало близько 65 % торгівлі України товарами, а двосторонній товарообіг досяг 68,2 млрд євро. Аграрний експорт України становив 22,6 млрд дол. США, або близько 56 % загального експорту країни. Водночас частка України в аграрному імпорті ЄС знизилася з 6,7 % у 2024 році до 5,0 % у 2025 році після завершення дії тимчасових торговельних спрощень. Оновлена Поглиблена та всеохоплююча зона вільної торгівлі набула чинності у жовтні 2025 року та тісніше пов'язує розширення доступу до ринку з наближенням українських виробничих стандартів до норм ЄС. Обґрунтовано необхідність переходу від орієнтації на фізичні обсяги експорту до доданої вартості, переробки, відповідності стандартам і диверсифікації ринків.

Ключові слова: зовнішня торгівля, агропродовольчий експорт, Європейський Союз, ПВЗВТ, додана вартість, Україна

Європейський Союз залишається головним торговельним партнером України, а після 2022 року його значення зросло не лише як ринку збуту, а і як логістичного, фінансового та регуляторного простору. У 2025 році на ЄС припадало близько 65 % торгівлі України товарами, а загальний двосторонній товарообіг досяг 68,2 млрд євро [1]. Імпорт ЄС з України становив 21,7 млрд євро, тоді як експорт ЄС в Україну - 46,5 млрд євро. Від'ємне для України сальдо не слід автоматично трактувати як негативне явище, оскільки значну частину імпорту складають енергоресурси, машини, обладнання та інші товари, необхідні для функціонування і відновлення економіки. У наукових працях щодо міжнародної економічної інтеграції наголошується, що інтеграційні

процеси трансформують структуру світової торгівлі та систему міжнародних економічних відносин, а їх сучасні форми поєднують торговельне, інституційне й регуляторне зближення [5–7].

Агропродовольчий сектор залишається основою експортної спеціалізації України. За даними Міністерства економіки, у 2025 році аграрний експорт становив 22,6 млрд дол. США, або близько 56 % загального експорту країни [2]. Водночас така висока частка свідчить не лише про конкурентні переваги аграрного виробництва, а й про недостатню диверсифікацію експорту. Значна залежність від сировинних і низькоперероблених товарів підвищує чутливість валютних надходжень до врожайності, світових цін, транспортних витрат і торговельних обмежень. У цьому контексті стратегічний розвиток агропродовольчого ринку України має враховувати глобальні соціально-економічні зміни, безпекові загрози та необхідність підвищення економічної стійкості [8].

Структура імпорту ЄС з України підтверджує домінування аграрної складової. У 2024 році ключовими товарними групами були зернові на 4,4 млрд євро, тваринні або рослинні жири та олії на 3,1 млрд євро, а також насіння олійних культур і споріднена продукція на 2,5 млрд євро [3]. У 2025 році аграрні товари й надалі посідали провідні позиції, але частка України в аграрному імпорті ЄС знизилася з 6,7 % до 5,0 % [4]. Однією з причин стало завершення дії частини тимчасових торговельних спрощень, запроваджених після початку повномасштабної війни.

Таблиця 1. Ключові кількісні показники досліджуваної проблематики

Показник	Значення
Частка ЄС у торгівлі України товарами, 2025 р.	близько 65 %
Товарообіг Україна-ЄС, 2025 р.	68,2 млрд євро
Аграрний експорт України, 2025 р.	22,6 млрд дол. США (близько 56 % експорту)
Частка України в аграрному імпорті ЄС	6,7 % у 2024 р.; 5,0 % у 2025 р.

Джерело: складено автором за офіційними даними, наведеними у списку джерел.

Перехід від надзвичайного режиму доступу до ринку до оновлених довгострокових правил є важливою зміною для українських експортерів. Оновлена Поглиблена та всеохоплююча зона вільної торгівлі набула чинності 29 жовтня 2025 року [1]. Новий підхід передбачає додаткову взаємну лібералізацію, але водночас містить захисні механізми та сильніше пов'язує розширення тарифних квот із наближенням України до стандартів ЄС у сфері добробуту тварин, використання пестицидів і ветеринарних препаратів. Отже, конкурентоспроможність дедалі більше залежить не лише від ціни, а й від відповідності регуляторним вимогам. Водночас стійкість конкурентних позицій підприємств у мінливому ринковому середовищі залежить від системного врахування зовнішніх і внутрішніх чинників, а для аграрних підприємств конкурентоспроможність безпосередньо пов'язана з їхньою економічною ефективністю [9, 10].

Для аграрного бізнесу це формує інвестиційний стимул. Підприємствам, які планують стабільно працювати на єдиному ринку ЄС, необхідно вкладати кошти у простежуваність, лабораторний контроль, сертифікацію, стандарти безпечності, екологічні практики та модернізацію виробництва. Такі витрати є бар'єром для частини малих виробників, але водночас підвищують якість продукції й відкривають можливості для виходу на ринки з вищою купівельною спроможністю. Державна політика може зменшити цей бар'єр через консультаційні програми, співфінансування сертифікації та доступне інвестиційне кредитування.

Не менш важливим є перехід до експорту продукції з вищою доданою вартістю. Наприклад, експорт насіння соняшнику або зерна формує меншу внутрішню додану вартість, ніж експорт олії, готових харчових продуктів, кормів, біохімічних компонентів чи спеціалізованої продукції. Висока частка України в імпорті ЄС рослинних олій демонструє наявність конкурентної позиції у переробці, яку доцільно поширювати на інші товарні групи. Це потребує інвестицій у переробні потужності, енергоефективність, холодову логістику і маркетинг. Реалізація такої моделі також залежить від ефективності логістичної діяльності аграрних підприємств, оскільки транспортні, складські та організаційні витрати безпосередньо впливають на економічний результат експортних операцій [11].

Поряд із поглибленням торгівлі з ЄС потрібна географічна диверсифікація. Міністерство економіки відзначає, що ринок ЄС залишається ключовим, однак географія аграрних поставок поступово розширюється [2]. Такий підхід зменшує залежність від змін європейського торговельного режиму та дозволяє використовувати різні сезонні й цінові цикли. Проте диверсифікація не означає відмову від євроінтеграції: навпаки, відповідність стандартам ЄС може бути репутаційним активом і на ринках третіх країн.

Отже, наступний етап торговельної інтеграції України з ЄС має оцінюватися не лише за тоннажем експорту чи розміром квот. Ключовими показниками повинні стати частка переробленої продукції, додана вартість на одиницю експорту, кількість підприємств, сертифікованих за вимогами ЄС, та географічна диверсифікація поставок. За такого підходу оновлена ПВЗВТ може стати механізмом структурної модернізації аграрного сектору, а не лише інструментом доступу до ринку.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. European Commission. EU trade relations with Ukraine. URL: https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/ukraine_en (accessed: 27.09.2026).
2. Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України. Тарас Висоцький: Аграрний експорт України - ринок ЄС залишається ключовим, але географія поставок розширюється. 05.02.2026. URL: <https://me.gov.ua/News/Print/2cf3fa5e-c23b-4aea-bc79-fa9fb9dea631?lang=uk-UA> (дата звернення: 27.09.2026).
3. Eurostat. Trade in goods with Ukraine in 2024. 07.05.2025. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250507-1> (accessed: 27.09.2026).

4. Eurostat. Trade in agricultural products: EUR 24.7 billion surplus. 12.05.2026. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20260512-2> (accessed: 27.09.2026).
5. Лесюк В. С. Вплив інтеграції на трансформацію світової економіки. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Економічні науки». 2026. № 2 (120). С. 362–369. DOI: <https://doi.org/10.37734/2409-6873-2026-2-48>.
6. Лесюк В. С. Теоретичні підходи до міжнародної економічної інтеграції та її сучасні особливості. Via Economica. 2026. № 13. С. 219–226. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-8559/2026-13-26>.
7. Лесюк В. С. Концептуалізація процесів економічної інтеграції в системі міжнародних економічних відносин. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Економіка і менеджмент. 2026. Вип. 2 (106). С. 29–37. DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.D2026.2.4>.
8. Медвідь В. Ю., Лесюк В. С., Нестеренко А. М. Стратегія розвитку агропродовольчого ринку України в умовах глобальних соціально-економічних змін та сучасних загроз національній безпеці. Актуальні проблеми економіки. 2025. № 6 (288). С. 330–337. DOI: <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2025-1-288-330-337>.
9. Лесюк В. С. Оцінка конкурентних позицій підприємств в умовах мінливого ринкового середовища. Науковий вісник Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Серія Економіка. 2026. Вип. 1. С. 82–90. DOI: <https://doi.org/10.32782/ecovis/2026-1-12>.
10. Лесюк В. С. Оцінка конкурентоспроможності в контексті забезпечення економічної ефективності аграрних підприємств. Економічний простір. 2024. № 191. С. 512–518. DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/192-10>.
11. Лесюк В. С. Економічна ефективність логістичної діяльності аграрних підприємств. Інвестиції: практика та досвід. 2022. № 23. С. 74–81. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2022.23.74>.

Valeriia Ihnatusha

Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

CASHLESS ECONOMY AND DIGITAL PAYMENT INFRASTRUCTURE IN UKRAINE: ECONOMIC EFFECTS AND DEVELOPMENT LIMITS

Abstract. The paper investigates the development of cashless payments in Ukraine as a component of economic digitalization and financial resilience. NBU data indicate that in 2024 cashless transactions accounted for 94.6 % of card operations by number. In 2025 the POS-terminal network expanded from about 523 thousand to 605 thousand devices, while the number of active payment cards increased from 58.7 million to 65.4 million. By the end of 2025 cash withdrawals represented only 4.2 % of card transactions by number. The paper identifies lower transaction costs, better payment traceability, resilience of commerce and wider access to financial services as key benefits. At the same time, cybersecurity, unequal digital access and concentration of payment infrastructure remain significant risks. The role of instant payments and open banking in further competition is considered.

Keywords: cashless economy, payment infrastructure, digitalization, financial services, transaction costs, Ukraine

Валерія Ігнатуша

Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

БЕЗГОТІВКОВА ЕКОНОМІКА ТА ЦИФРОВА ПЛАТІЖНА ІНФРАСТРУКТУРА УКРАЇНИ: ЕКОНОМІЧНІ ЕФЕКТИ Й ОБМЕЖЕННЯ РОЗВИТКУ

Анотація. Досліджено розвиток безготівкових розрахунків в Україні як складову цифровізації економіки та фінансової стійкості. За даними НБУ, у 2024 році безготівкові операції становили 94,6 % усіх карткових операцій за кількістю. У 2025 році мережа POS-терміналів розширилася приблизно з 523 тис. до 605 тис. пристроїв, а кількість активних платіжних карток збільшилася з 58,7 млн до 65,4 млн. Наприкінці 2025 року операції зі зняття готівки становили лише 4,2 % карткових операцій за кількістю. Визначено основні економічні ефекти: зниження транзакційних витрат, підвищення прозорості платежів, стійкість торгівлі та розширення доступу до фінансових послуг. Водночас зберігаються ризики кібербезпеки, цифрової нерівності та концентрації платіжної інфраструктури. Розглянуто роль миттєвих платежів і відкритого банкінгу у подальшому посиленні конкуренції.

Ключові слова: безготівкова економіка, платіжна інфраструктура, цифровізація, фінансові послуги, транзакційні витрати, Україна

Цифровізація платежів є одним із найбільш відчутних проявів трансформації повсякденної економічної поведінки в Україні. Навіть в умовах повномасштабної війни населення та бізнес зберегли високу довіру до карткових і дистанційних каналів розрахунків. За даними Національного банку України, у 2024 році безготівкові операції становили 94,6 % усіх операцій з платіжними картками за кількістю та 64,5 % за сумою [1]. Це означає, що картка в Україні дедалі менше виконує функцію інструменту доступу до готівки і дедалі більше стає безпосереднім засобом оплати та переказу коштів.

Економічний ефект безготівкових платежів формується через зниження транзакційних витрат. Для споживача це швидкість розрахунку, можливість дистанційної купівлі та менша потреба зберігати готівку. Для бізнесу - автоматизація обліку, швидше надходження виручки, інтеграція з електронною комерцією та зменшення витрат на інкасацію. Для держави - вища простежуваність обороту і кращі можливості для податкового адміністрування. Сукупний результат полягає у скороченні часу та ресурсів, які економічні агенти витрачають на здійснення платежів.

У 2025 році продовжилася активна розбудова платіжної інфраструктури. Кількість POS-терміналів зросла приблизно з 523 тис. наприкінці 2024 року до 605 тис. наприкінці 2025 року, тобто на 82,2 тис. пристроїв [2]. Одночасно кількість активних платіжних карток збільшилася з 58,7 млн до 65,4 млн. Таке розширення важливе не лише кількісно. Географічна доступність терміналів визначає, наскільки цифрові платежі можуть заміщати готівку у малих населених пунктах і в сегментах малого підприємництва, де витрати на еквайринг особливо чутливі.

Таблиця 1. Ключові кількісні показники досліджуваної проблематики

Показник	2024 рік	2025 рік
Частка безготівкових карткових операцій за кількістю	94,6 %	-
Кількість POS-терміналів	близько 523 тис.	близько 605 тис.
Кількість активних платіжних карток	58,7 млн	65,4 млн
Частка зняття готівки за кількістю операцій	-	4,2 % наприкінці року

Джерело: складено автором за офіційними даними, наведеними у списку джерел.

Наприкінці 2025 року частка операцій зі зняття готівки скоротилася до 4,2 % за кількістю карткових операцій [3]. Водночас за сумою їхня частка була значно вищою, що свідчить про збереження попиту на готівку для великих разових витрат, заощаджень або розрахунків у секторах із недостатньою платіжною інфраструктурою. Отже, перехід до безготівкової економіки не є механічною відмовою від готівки. Економічно доцільнішою є модель співіснування каналів, у якій безготівкові платежі домінують у повсякденних розрахунках, а готівка зберігає резервну та інклюзивну функції.

Суттєвий потенціал має розвиток миттєвих кредитових переказів у Системі електронних платежів НБУ. Використання стандарту ISO 20022 і орієнтація на сумісність із підходами SEPA створюють основу для здешевлення переказів, розширення QR-платежів і посилення конкуренції між банківськими та небанківськими сервісами [4]. Для торговця миттєвий переказ може бути альтернативою класичному картковому еквайрингу, особливо коли витрати на термінал та комісії є значними. Водночас економічний ефект залежатиме від зручності користувацького досвіду та швидкості інтеграції з касовими і бухгалтерськими системами.

Ще одним напрямом є відкритий банкінг, який передбачає стандартизований і контрольований доступ до платіжних рахунків за згодою клієнта. Його розвиток може знизити бар'єри для входу фінтех-компаній, полегшити порівняння фінансових продуктів та створити нові сервіси на основі агрегованої інформації про рахунки. Для економіки це потенційно означає посилення конкуренції та зниження вартості фінансового посередництва. Водночас відкритий доступ до даних підвищує вимоги до кіберзахисту, автентифікації користувачів і відповідальності постачальників послуг.

Попри швидку цифровізацію, існують і структурні обмеження. Перше - цифрова нерівність: частина громадян має обмежений доступ до смартфонів, інтернету або цифрових навичок. Друге - залежність від електроенергії та телекомунікацій, що особливо критично в умовах атак на інфраструктуру. Третє - кіберризики та шахрайство, які можуть підривати довіру користувачів. Четверте - ринкова концентрація, коли значна частка еквайрингу, емісії та процесингу зосереджується у невеликій кількості великих учасників.

Таким чином, розвиток безготівкової економіки в Україні вже має вимірювані результати у вигляді високої частки цифрових операцій та швидкого розширення платіжної інфраструктури. Подальший ефект залежатиме від переходу від простого збільшення кількості карток і терміналів до якісної конкуренції платіжних сервісів. Пріоритетами мають бути стійкість інфраструктури, кібербезпека, доступність цифрових платежів для малого бізнесу й населення, а також інтеграція миттєвих платежів та відкритого банкінгу у повсякденні фінансові процеси.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Національний банк України. Безготівкові розрахунки у 2024 році суттєво переважали серед операцій з платіжними картками. 03.03.2025. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/bezgotivkovi-rozrahunki-u-2024-rotsi-suttyevo-perevajali-sered-operatsiy-z-platijnimi-kartkami> (дата звернення: 27.09.2026).
2. Національний банк України. Огляд банківського сектору. Лютий 2026 року. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Banking_Sector_Review_2026-02.pdf (дата звернення: 27.09.2026).
3. Національний банк України. Огляд банківського сектору: банківська інфраструктура та платіжні операції. Лютий 2026 року. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Banking_Sector_Review_2026-02.pdf (дата звернення: 27.09.2026).
4. Національний банк України. Миттєві платежі. URL: <https://bank.gov.ua/ua/payments/ips> (дата звернення: 27.09.2026).

Kateryna Andrieieva

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

BANK LENDING TO SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES AS A FACTOR OF UKRAINE'S INVESTMENT RECOVERY

Abstract. The paper analyzes the revival of business lending in Ukraine and its role in financing investment activity. According to the National Bank of Ukraine, net hryvnia loans to businesses and households increased by more than one third in 2025, while loans to SMEs remained the core of the corporate portfolio. The ratio of net business loans to GDP rose from 7.7 % to 8.7 %, and the share of non-performing business loans declined to 17 % by the end of 2025. The study shows that the growing role of market-based lending outside state support programs is an important sign of financial normalization. At the same time, high security risks, collateral constraints and the cost of long-term resources continue to limit investment lending. Measures for deeper risk-sharing and project finance are proposed.

Keywords: bank lending, SMEs, investment, financial stability, credit risk, Ukraine

Катерина Андрєєва

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, Україна

БАНКІВСЬКЕ КРЕДИТУВАННЯ МАЛОГО І СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ ЯК ЧИННИК ІНВЕСТИЦІЙНОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

Анотація. Проаналізовано відновлення банківського кредитування бізнесу в Україні та його роль у фінансуванні інвестиційної активності. За даними Національного банку України, у 2025 році чисті гривневі кредити бізнесу та населенню зросли більш ніж на третину, а кредити малому і середньому бізнесу залишалися основою корпоративного портфеля. Співвідношення чистих кредитів бізнесу до ВВП підвищилося з 7,7 % до 8,7 %, а частка непрацюючих кредитів бізнесу наприкінці 2025 року скоротилася до 17 %. Доведено, що посилення ролі ринкового кредитування поза державними програмами є ознакою фінансової нормалізації. Водночас безпекові ризики, обмеження застави та висока вартість довгострокового ресурсу стримують інвестиційне кредитування. Запропоновано напрями розширення механізмів розподілу ризиків і проектного фінансування.

Ключові слова: банківське кредитування, МСП, інвестиції, фінансова стабільність, кредитний ризик, Україна

Відновлення банківського кредитування є одним із ключових індикаторів переходу економіки від режиму короткострокової адаптації до інвестиційного відновлення. У перші роки повномасштабної війни кредитний ринок працював в умовах високої невизначеності, значних ризиків застави та скорочення приватного попиту на довгострокове фінансування. Проте у 2024-2025 роках ситуація почала змінюватися: банки нарощували корпоративні портфелі, а якість нових кредитів залишалася відносно високою. За оцінкою НБУ, чисті гривневі кредити бізнесу та населенню у 2025 році збільшилися більш ніж на третину [1].

Особливо важливо, що ядром гривневого корпоративного портфеля залишаються кредити малому і середньому бізнесу. Саме МСП мають високу потребу в оборотному капіталі, фінансуванні енергообладнання, релокації, модернізації та відновленні

активів. Їхня здатність швидко змінювати ринки збуту і бізнес-моделі робить цей сектор важливим для адаптивності економіки. Водночас МСП частіше, ніж великі компанії, стикаються з дефіцитом ліквідної застави, короткою кредитною історією та обмеженим доступом до ринку капіталу. Тому банківський кредит фактично залишається для них основним зовнішнім джерелом фінансування.

У 2025 році кредитна активність дедалі більше переходила на ринкові умови. НБУ наголошує, що рушієм зростання були саме позики поза межами державної підтримки, а проникнення чистих кредитів бізнесу в економіку підвищилося з 7,7 % до 8,7 % ВВП [2]. Це є важливою структурною зміною. Державні програми, зокрема механізми субсидування процентної ставки, відіграли значну стабілізаційну роль у кризовий період. Проте для формування сталого кредитного ринку необхідно, щоб ціна і ризик кредиту дедалі більше визначалися економікою конкретного проєкту, а державна підтримка концентрувалася на сегментах із найбільшими позитивними зовнішніми ефектами.

Таблиця 1. Ключові кількісні показники досліджуваної проблематики

Показник	Значення
Зростання чистих гривневих кредитів бізнесу та населенню у 2025 р.	понад 1/3
Чисті кредити бізнесу / ВВП	8,7 % (проти 7,7 %)
Частка NPL у бізнес-кредитах наприкінці 2025 р.	17 %
Середня ставка за новими гривневими кредитами бізнесу, грудень 2025 р.	15,2 % річних

Джерело: складено автором за офіційними даними, наведеними у списку джерел.

Позитивним сигналом є і покращення якості кредитного портфеля. За даними Огляду банківського сектору, частка непрацюючих кредитів бізнесу наприкінці 2025 року знизилася до 17 %, скоротившись за рік на 22 відсоткові пункти [3]. Частково це пояснюється списанням старих проблемних активів, однак НБУ також відзначає високі темпи формування нових якісних портфелів та низькі показники дефолтів за новими гривневими позиками. Для інвестиційного відновлення це принципово важливо: здорова якість активів дозволяє банкам менше ресурсів спрямовувати на резервування та більше - на нове кредитування.

Вартість кредиту залишається суттєвим обмеженням для довгострокових інвестицій. Середня ставка за новими гривневими кредитами бізнесу у грудні 2025 року становила близько 15,2 % річних, а у різних групах банків відрізнялася від 13,5 % до 18,4 % [3]. За таких ставок кредит є прийнятним переважно для проєктів із високою очікуваною рентабельністю або швидким оборотом капіталу. Інфраструктурні, виробничі та енергоефективні проєкти часто потребують довшого горизонту окупності, тому для них важливими стають гарантії, страхування воєнних ризиків, співфінансування міжнародних фінансових організацій та консорціумне кредитування.

Опитування банків щодо умов кредитування свідчить про збереження позитивних очікувань: понад три чверті опитаних установ на початку 2026 року планували активніше кредитувати бізнес, а стандарти для МСП та гривневих короткострокових позик поступово пом'якшувалися [4]. Водночас банки продовжують оцінювати кредитний і ліквідний ризики як суттєві. Це означає, що подальше зростання портфелів залежатиме не лише від капіталу банків, а й від наявності якісного попиту - інвестиційних проєктів із прозорими фінансовими потоками, достатнім власним внеском та зрозумілими ринками збуту.

Для посилення впливу кредитування на реальний сектор доцільно розвивати три взаємопов'язані напрями. Перший - механізми розподілу ризику: портфельні гарантії, страхування воєнних ризиків, гарантії міжнародних інституцій. Другий - збільшення довгострокового ресурсу банків через залучення коштів міжнародних фінансових організацій та розвиток внутрішнього ринку заощаджень. Третій - підвищення якості підготовки інвестиційних проєктів МСП, включно з фінансовим плануванням, оцінкою ризиків і підготовкою техніко-економічних обґрунтувань.

Отже, відновлення кредитування у 2025 році створює фінансову основу для розширення приватних інвестицій, але кількісне зростання кредитного портфеля саме по собі не гарантує структурної модернізації. Економічний ефект буде вищим, якщо кредит спрямовуватиметься на підвищення продуктивності, енергостійкості, локалізацію виробництва, експорт і технологічне оновлення. У такому разі банківська система не лише обслуговуватиме поточний оборот, а стане одним із головних каналів трансформації заощаджень у капітальні інвестиції.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Національний банк України. Банки нарощують кредитування швидкими темпами два роки поспіль і готові до подальшої кредитної експансії - Огляд банківського сектору. 19.02.2026. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/banki-naroschuyut-kredituvannya-shvidkimi-tempami-dva-roki-pospil-i-gotovi-do-podalshoyi-kreditnoyi-ekspansiyi/-oglyad-bankivskogo-sektoru> (дата звернення: 27.09.2026).
2. Національний банк України. Здійснено чергові кроки для нарощення кредитування та впровадження в Україні норм ЄС. 03.02.2026. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/zdiysneno-cherгови-kroki-dlya-naroschennya-kredituvannya-ta-vprovadjennya-v-ukrayini-norm-yes> (дата звернення: 27.09.2026).
3. Національний банк України. Огляд банківського сектору. Лютий 2026 року. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Banking_Sector_Review_2026-02.pdf (дата звернення: 27.09.2026).
4. Національний банк України. Опитування про умови банківського кредитування. I квартал 2026 року. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/BLS_Q1-2026.pdf (дата звернення: 27.09.2026).

Maryna Stepanova

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

MACROECONOMIC RESILIENCE OF UKRAINE IN 2025-2026: GROWTH CONSTRAINTS AND ANTI-INFLATION PRIORITIES

Abstract. The paper examines Ukraine's macroeconomic dynamics in 2025-2026 under persistent security, energy and demographic constraints. Official data of the National Bank of Ukraine are used to identify the main sources of GDP growth, inflation pressure and the factors limiting recovery. It is shown that real GDP grew by 1.8 % in 2025, while household consumption remained the largest positive contributor. For 2026, the NBU also forecasts 1.8 % real GDP growth and 7.5 % year-end inflation. The analysis suggests that fiscal support and investment in reconstruction continue to sustain demand, whereas energy deficits, labor shortages and high business adaptation costs restrain supply. The paper substantiates the need to combine prudent monetary policy with policies aimed at expanding productive capacity, energy resilience and private investment.

Keywords: macroeconomic resilience, GDP, inflation, monetary policy, investment, Ukraine

Марина Степанова

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, Україна

МАКРОЕКОНОМІЧНА СТІЙКІСТЬ УКРАЇНИ У 2025-2026 РОКАХ: ОБМЕЖЕННЯ ЗРОСТАННЯ ТА АНТИІНФЛЯЦІЙНІ ПРІОРИТЕТИ

Анотація. Досліджено макроекономічну динаміку України у 2025-2026 роках за умов тривалих безпекових, енергетичних і демографічних обмежень. На основі офіційних даних Національного банку України визначено основні джерела зростання ВВП, чинники інфляційного тиску та обмеження економічного відновлення. Показано, що у 2025 році реальний ВВП зріс на 1,8 %, а найбільший додатний внесок забезпечувало приватне споживання. На 2026 рік НБУ також прогнозує зростання реального ВВП на 1,8 % та інфляцію 7,5 % наприкінці року. Обґрунтовано, що фіскальна підтримка й інвестиції у відбудову підтримують попит, тоді як дефіцит електроенергії, нестача працівників та високі витрати бізнесу на адаптацію стримують пропозицію. Визначено необхідність поєднання виваженої монетарної політики з розширенням виробничого потенціалу, енергетичної стійкості та приватних інвестицій.

Ключові слова: макроекономічна стійкість, ВВП, інфляція, монетарна політика, інвестиції, Україна

Після глибокого шоку 2022 року українська економіка продемонструвала здатність до адаптації, однак характер відновлення залишається нерівномірним. У 2024 році реальний ВВП, за уточненими даними, зріс на 3,2 %, а у 2025 році темп зростання сповільнився до 1,8 % [1]. Така динаміка свідчить, що відновлювальний ефект після початкового падіння поступово вичерпується, а на перший план виходять структурні обмеження: руйнування енергетики та логістики, дефіцит робочої сили, високі ризики для інвестицій і значні витрати підприємств на забезпечення автономності. За цих умов показник ВВП відображає не лише обсяг попиту, а й здатність економіки підтримувати виробничу діяльність за обмеженої пропозиції ресурсів.

Важливою особливістю 2025 року стало збереження стійкого внутрішнього попиту. За даними НБУ, кінцеві споживчі витрати домогосподарств збільшилися на 7,5 %, забезпечивши близько 4,7 відсоткового пункту приросту реального ВВП. Споживання сектору державного управління зросло на 5,7 % і також підтримало економічну активність [1]. Така структура зростання має подвійний ефект. З одного боку, вона стабілізує доходи підприємств і зайнятість, з іншого - за обмеженої виробничої пропозиції може посилювати тиск на імпорт та ціни. Тому якість подальшого відновлення дедалі більше залежатиме від того, наскільки швидко споживчий і бюджетний попит трансформуватиметься у виробничі інвестиції.

Інфляційна ситуація також визначається поєднанням попитових і пропозиційних чинників. Наприкінці 2025 року річна інфляція знизилася до 8 %, однак залишалася вищою за середньострокову ціль НБУ у 5 % [2]. Серед чинників цінового тиску НБУ виділяє витрати бізнесу на оплату праці та енергонезалежність, імпортовану інфляцію, адміністративні рішення та наслідки попередніх врожайних шоків. Водночас кращий урожай 2025 року частково послабив продовольчий компонент інфляції. Це означає, що традиційне регулювання сукупного попиту процентною ставкою залишається необхідним, але не може самостійно усунути інфляцію, яка виникає через дефіцит енергії, логістичні втрати або нестачу кадрів.

Таблиця 1. Ключові кількісні показники досліджуваної проблематики

Показник	2025 рік	2026 рік / прогноз
Зростання реального ВВП	1,8 %	1,8 %
Кінцеві витрати домогосподарств	+7,5 %	-
Інфляція наприкінці року	8,0 %	7,5 %
Оцінка дефіциту електроенергії	-	близько 6 %

Джерело: складено автором за офіційними даними, наведеними у списку джерел.

На 2026 рік НБУ прогнозує зростання реального ВВП на 1,8 %. Прогноз було знижено з 2,0 % через погіршення припущень щодо дефіциту електроенергії, який оцінюється приблизно у 6 % [3]. Водночас економічне зростання підтримуватимуть вищі врожаї, інвестиції у відбудову інфраструктури та оборонний комплекс. Отже, базова траєкторія розвитку є позитивною, але помірною. Економіка продовжує зростати, проте її потенційний випуск обмежений втратами виробничих потужностей і робочої сили [4]. Саме тому прискорення ВВП потребує не стільки додаткового стимулювання поточного споживання, скільки розширення пропозиції товарів і послуг.

Прогноз інфляції на кінець 2026 року становить 7,5 %, на 2027 рік - 6 %, а досягнення цілі 5 % очікується у 2028 році [3]. Важливо, що така траєкторія передбачає поступове скорочення енергодефіциту, нормалізацію ситуації на ринку праці, помірнішу імпортовану інфляцію та збільшення пропозиції аграрної продукції. Відповідно, монетарна політика повинна залишатися достатньо

жорсткою для стримування фундаментального цінового тиску, але водночас поступово створювати умови для дешевого кредитування продуктивних інвестицій у міру зниження інфляційних ризиків.

Окремим фактором макроекономічної стійкості є зовнішнє фінансування. Значні потреби бюджету в умовах війни не можуть тривалий час покриватися внутрішніми ресурсами без ризику витіснення приватного кредитування або посилення монетарного тиску. Тому стабільність міжнародної допомоги зменшує потребу в емісійному фінансуванні, підтримує валютний ринок і дозволяє державі фінансувати оборонні та соціальні видатки без різкого скорочення інших функцій. Разом із тим залежність від зовнішнього фінансування формує ризик неритмічності надходжень, який має враховуватися у бюджетному плануванні.

Для оцінки стійкості відновлення доцільно відокремлювати короткострокові драйвери від чинників потенційного зростання. До перших належать бюджетні видатки, споживчий попит і відновлення врожайності. До других - продуктивність праці, інвестиції у технології, енергетичну інфраструктуру, експортні потужності, транспортні коридори та людський капітал. Якщо частка інвестицій у структурі попиту зростатиме, тимчасова підтримка економіки поступово перетворюватиметься на розширення виробничої бази. Саме ця трансформація є критичною для зменшення інфляційних обмежень зростання.

Таким чином, макроекономічна стійкість України у 2025-2026 роках визначається балансом між високою адаптивністю внутрішнього попиту та жорсткими обмеженнями пропозиції. Пріоритетами економічної політики мають бути відновлення енергетики, стимулювання приватних капіталовкладень, розвиток кредитування, підвищення продуктивності та підтримання передбачуваної монетарно-фіскальної взаємодії. За цих умов навіть помірне поточне зростання може створити основу для швидшого відновлення у наступні роки без накопичення надмірного інфляційного тиску.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Національний банк України. Коментар Національного банку щодо зміни реального ВВП у 2025 році. 19.03.2026. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/komentar-natsionalnogo-banku-schodo-zmini-realnogo-vvp-u-2025-rotsi> (дата звернення: 27.09.2026).
2. Національний банк України. Інфляційний звіт. Січень 2026 року. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/IR_2026-Q1.pdf (дата звернення: 27.09.2026).
3. Національний банк України. Інфляція буде помірною у 2026-2028 роках, а економіка поступово зростатиме - Інфляційний звіт. 05.02.2026. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/inflyatsiya-bude-pomirnoyu-u-20262028-rokah-a-ekonomika-postupovo-zrostatime-/inflyatsiyniy-zvit> (дата звернення: 27.09.2026).
4. Національний банк України. Інфляційний звіт: Розділ 2. Економічний розвиток. Січень 2026 року. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/IR_2026-Q1.pdf (дата звернення: 27.09.2026).

Inna Yaroshchuk

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0001-8639-6648

Odarka Lysenko

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

Marharyta Kaverinska

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

Yan Kolodii

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

THE ECONOMIC EFFECTS OF CORPORATE PROGRAMS FOR THE REINTEGRATION AND WORKPLACE ADAPTATION OF WAR VETERANS

Abstract. The study shifts the conceptual focus from viewing veteran reintegration primarily as a cost or employee benefit toward understanding it as a strategic instrument for enhancing investment efficiency and safeguarding organizational capital. The analysis accounts for the specific conditions of a wartime economy and substantiates the proposition that, during both wartime and the post-war recovery period, socially responsible practices toward veteran employees constitute a critical condition for ensuring organizational resilience and operational continuity, rather than serving merely as a marketing instrument.

Keywords: veterans; reintegration; corporate programs; corporate social responsibility; economic integration.

Інна Ярошук

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-8639-6648

Одарка Лисенко

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

Маргарита Каверінська

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

Ян Колодій

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ КОРПОРАТИВНИХ ПРОГРАМ РЕІНТЕГРАЦІЇ ТА АДАПТАЦІЇ ВЕТЕРАНІВ ВІЙНИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

Анотація. Дослідження зміщує фокус із розкладу «реінтеграція ветеранів як витрата / пільга» на «реінтеграція як інструмент інвестиційної ефективності та захисту капіталу». Враховується специфіка воєнної економіки та обґрунтування, що у воєнний та повоєнний період соціально відповідальна поведінка щодо працівників-ветеранів є умовою операційного виживання компанії, а не просто маркетинговим інструментом.

Ключові слова: ветерани; реінтеграція; корпоративні програми; соціальна відповідальність бізнесу; економічна інтеграція.

Проблематика економічної результативності корпоративних програм реінтеграції та професійної адаптації ветеранів війни набуває особливої ваги в умовах трансформації українського ринку праці. Масштабні демографічні, міграційні та структурні зміни, спричинені війною, формують довгостроковий дефіцит

трудових ресурсів і водночас актуалізують необхідність ефективного використання наявного людського капіталу. За таких умов повернення ветеранів до економічної діяльності доцільно розглядати не виключно крізь призму соціальної відповідальності роботодавця, а як складову стратегічного управління трудовими ресурсами та стійкістю підприємства.

Принципова зміна полягає у переході від трактування ветеранської реінтеграції як переважно соціального або благодійного заходу до її розуміння як потенційно економічно продуктивної інвестиції. Корпоративні механізми професійної адаптації, психологічної підтримки, перекваліфікації, наставництва та поступового повернення до трудової діяльності можуть впливати на такі економічні параметри функціонування підприємства, як рівень утримання персоналу, витрати на рекрутинг і заміщення працівників, продуктивність праці, абсентеїзм, залученість персоналу та організаційна стійкість.

Наукова новизна дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні до оцінки реінтеграції ветеранів війни як інструменту інвестиційної ефективності підприємства. На відміну від існуючих підходів, які трактують корпоративну адаптацію ветеранів як елемент соціальної пільги чи витрат СББ, запропонований підхід розглядає її як управлінський механізм захисту людського капіталу, мінімізації витрат на плинність кадрів та оптимізації ESG-профілю бізнесу для підвищення його ринкової капіталізації.

У цьому контексті економічний ефект ветеранських програм доцільно визначати як сукупність прямих і непрямих результатів, що виникають унаслідок інвестицій підприємства у відновлення, збереження та ефективне використання трудового потенціалу ветеранів. До прямих ефектів можуть належати скорочення витрат на пошук і первинне навчання нових працівників, зменшення плинності кадрів та оптимізація витрат на заміщення вакантних посад. Непрямий ефект може проявлятися через підвищення організаційної стійкості, посилення корпоративної культури, розвиток інклюзивного середовища та формування репутаційного капіталу роботодавця.

Згідно з опитуваннями Укрінформу та Work.ua, понад 60 % компаній великого бізнесу в Україні вже розробляють або імплементували корпоративні стандарти працевлаштування та адаптації ветеранів.

В Україні уже існує законодавче підґрунтя реінтеграції та адаптації ветеранів війни: Закони України «Про статус ветеранів війни, гарантії їх соціального захисту», «Про зайнятість населення» (у частині компенсацій роботодавцям за облаштування робочих місць для осіб з інвалідністю внаслідок війни).

Ветеранська спільнота різна, як будь-яка інша. Люди мають різний досвід служби, стан здоров'я, професійні амбіції, сімейні обставини та способи адаптації. Помилково сприймати всіх ветеранів як однорідну категорію, а тим більше – автоматично приписувати їм психологічні проблеми, неконтрольовану поведінку чи нездатність працювати в цивільних командах.

За даними опитування Українського ветеранського фонду, 63,3 % ветеранів і ветеранок не повернулися на попередні робочі місця. Серед причин звільнення з перших цивільних робіт після служби респонденти називали не лише оплату та стан здоров'я, а й психоемоційні труднощі, відсутність відчуття приналежності до колективу та брак розуміння важливості виконуваної роботи[1].

Інститутом соціально-економічних досліджень (ISEP) за підтримки Програми USAID «Конкурентоспроможна економіка України» у 2023 році було випущено посібник який містить практичні рекомендації, чек-листи та алгоритми дій, які допомагають трансформувати унікальні військові навички ветеранів (лідерство, стресостійкість, роботу в команді) у професійні цивільні компетенції. Матеріал розроблено для українського бізнесу, HR-фахівців, керівників та команд з метою створення безбар'єрного та підтримувального середовища для демобілізованих військовослужбовців[2].

На відміну від підходів, у межах яких адаптаційні заходи для ветеранів переважно класифікуються як соціальні витрати або елемент корпоративної соціальної відповідальності, запропонована концептуалізація розглядає їх як інструмент стратегічного управління людським капіталом. У такій системі координат витрати на професійну адаптацію, психологічну підтримку, підвищення кваліфікації та створення доступного робочого середовища можуть бути інтерпретовані як інвестиції, економічна віддача яких формується через збереження трудового потенціалу, скорочення транзакційних витрат на заміщення персоналу та підвищення ефективності використання людських ресурсів.

Таким чином, економічна ефективність ветеранських програм може бути досліджена через співвідношення вкладених ресурсів та отриманих організаційно-економічних результатів. Це створює підґрунтя для переходу від декларативного підходу до реінтеграції ветеранів до системи її кількісного оцінювання.

Масштаб інтеграції ветеранів у цивільне економічне життя визначається не лише чисельністю демобілізованих військовослужбовців, а й ширшим колом осіб, пов'язаних із ветеранським середовищем. У публічних оцінках українських державних інституцій потенційна кількість ветеранів, членів їхніх сімей та родин загиблих після завершення активної фази війни оцінювалася у мільйонах осіб. Незалежно від конкретної демографічної оцінки, це означає формування масштабного сегмента населення, інтеграція якого безпосередньо впливатиме на пропозицію робочої сили та структуру зайнятості.

Водночас український бізнес уже функціонує в умовах істотного кадрового дефіциту. За результатами досліджень українських бізнес-асоціацій та державних органів, нестача працівників із необхідною кваліфікацією є одним із суттєвих обмежень для розширення господарської діяльності. За таких обставин залучення ветеранів до трудової діяльності може розглядатися як один із напрямів розширення внутрішньої пропозиції робочої сили.

Ключовим об'єктом економічного аналізу має бути не саме працевлаштування, а система корпоративних практик, що забезпечує стале та продуктивне включення ветерана в організацію.

Теоретичним підґрунтям економічної інтерпретації ветеранської адаптації може виступати концепція людського капіталу, відповідно до якої знання, професійні навички, досвід, стан здоров'я та інші характеристики працівника формують ресурс, здатний генерувати економічну віддачу.

У межах цього підходу, пов'язаного з роботами Гері Беккера, витрати на освіту, професійне навчання, розвиток компетентностей та підтримку продуктивного стану працівника розглядаються як інвестиції у людський капітал. Застосування цієї концепції до ветеранської реінтеграції дозволяє переосмислити витрати на професійну адаптацію та перекваліфікацію. Вони можуть розглядатися не як безповоротне соціальне навантаження на підприємство, а як вкладення у відновлення та ефективне використання вже сформованого трудового потенціалу.

Особливість ветеранів як об'єкта управління людським капіталом полягає в наявності специфічного досвіду, який у певних професійних контекстах може бути трансформований у цивільні компетентності. Зокрема, досвід функціонування в умовах високої невизначеності, необхідність оперативного прийняття рішень, командна взаємодія, відповідальність та дисциплінованість можуть мати практичну цінність для окремих видів економічної діяльності. Водночас перенесення таких компетентностей у цивільне професійне середовище потребує відповідної організаційної адаптації та не повинно базуватися на стереотипному уявленні про всіх ветеранів як про однорідну групу працівників.

Додаткове теоретичне пояснення економічної доцільності ветеранських програм забезпечує концепція створення спільної цінності, запропонована М. Портером і М. Крамером. Її принципова ідея полягає в тому, що вирішення суспільно значущих проблем за певних умов може одночасно створювати економічну цінність для підприємства.

У цьому контексті корпоративна реінтеграція ветеранів має подвійну природу. З одного боку, вона сприяє вирішенню суспільної проблеми – поверненню ветеранів до повноцінної економічної та професійної діяльності. З іншого боку, для підприємства вона може створювати економічні результати через розширення кадрового резерву, збереження досвідчених працівників, зменшення витрат на заміщення персоналу та формування стійкішої системи управління трудовими ресурсами.

Саме ця взаємодія соціального та економічного ефектів дозволяє відмежувати концепцію стратегічної реінтеграції від традиційного благодійного підходу. У першому випадку соціальна програма інтегрується безпосередньо у бізнес-модель та систему управління підприємством; у другому – соціальні видатки переважно залишаються зовнішніми щодо основних операційних процесів компанії.

Важливим теоретичним доповненням є ресурсний підхід до формування конкурентних переваг підприємства. Відповідно до *resource-based view*, стійка конкурентна позиція організації значною мірою залежить від наявності ресурсів і компетентностей, які створюють цінність та складно відтворюються конкурентами.

Тому конкурентну перевагу може створювати не стільки сам факт залучення ветеранів, скільки наявність у підприємства організаційних механізмів, здатних ефективно ідентифікувати, адаптувати та використовувати їхні компетентності. До таких механізмів можуть належати індивідуальні програми адаптації, наставництво, професійне перенавчання, адаптивні моделі організації праці, підготовка лінійних керівників та системи психологічної підтримки.

Одним із найбільш придатних для кількісного вимірювання напрямів економічного ефекту є зниження плинності кадрів. Звільнення працівника створює для підприємства сукупність витрат, які виходять далеко за межі безпосередніх витрат на рекрутинг. До них належать витрати на пошук кандидата, проведення відбору, оформлення, навчання та введення нового працівника в посаду, а також потенційні втрати продуктивності в період адаптації.

Тому зсув парадигми від соціальної пільги до інвестиційного інструменту є ключовим концептуальним елементом новизни дослідження.

До прямих економічних вигод підприємства можемо віднести:

- Зменшення витрат на найм та первинне навчання нових працівників за рахунок утримання досвідчених фахівців.
- Застосування унікальних навичок ветеранів (стресостійкість, критичне мислення, лідерство в невизначеності).
- Підвищення інвестиційної привабливості, зростання лояльності клієнтів та переваги при виході на ринки ЄС.
- Залучення державних субсидій, грантів чи пільг за облаштування інклюзивних робочих місць.

Успішні практики трансформаційного періоду військових ветеранів до цивільного життя передбачають чотири важливі складові: необхідність підготовки до переходу; визначення та вивчення факторів, що впливають на здатність адаптуватися до переходу до цивільного життя (соціальний статус, попередній досвід, кваліфікація тощо); втрата структури; укорінення ветерана поза межами війни, військової служби. Базовим засадничим елементом політики реінтеграції ветеранів в Україні має стати побудова комплексної, системної підтримки [3,4].

Важливим напрямом реінтеграції ветеранів є розвиток їхньої професійної кар'єри через здобуття нових компетентностей у закладах вищої, фахової передвищої та професійної освіти. У цьому контексті Інститут «Архітектура Стійкості», створений на базі ресурсів Київського національного університету будівництва і архітектури, поєднує освітню, реабілітаційну та професійно-інтеграційну складові. Важливим елементом його діяльності є партнерство з роботодавцями, яке забезпечує практичну орієнтацію підготовки, можливості стажування та працевлаштування ветеранів. Така модель сприяє не лише професійній адаптації, а й відновленню соціальних зв'язків та ефективнішому використанню людського капіталу. Відповідно, взаємодія «освіта – роботодавець – ветеран» може розглядатися як інструмент перетворення соціальної підтримки на довгостроковий соціально-економічний ефект [5].

Узагальнення наведених теоретичних положень дозволяє сформуувати концептуальну модель, відповідно до якої корпоративна реінтеграція ветеранів є не ізольованим соціальним заходом, а комплексним механізмом управління людським капіталом. Її потенційний економічний результат формується через декілька взаємопов'язаних каналів: збереження кадрового потенціалу, скорочення плинності, зменшення витрат на заміщення, підвищення стабільності трудових процесів, зростання організаційної стійкості.

Таким чином, перехід до економічно орієнтованої моделі оцінювання ветеранської реінтеграції дозволяє сформуувати принципово інший підхід до взаємодії соціальної політики та корпоративного управління. У межах такого підходу реінтеграція ветеранів розглядається одночасно як суспільно значущий процес та потенційний інструмент збереження людського капіталу, підвищення кадрової стійкості й довгострокової економічної ефективності підприємства.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Христина Курганська. Як бізнесу зустрічати ветеранів. Економічна правда. 25.08.2026. URL: <https://epravda.com.ua/biznes/yak-biznesu-pidgotuvatisya-do-povernennya-veteraniv-poradi-ta-dosvid-824894/> (дата звернення: 18.09.2026).
2. Чернишова І., Перун Ю., Бойченко О. Адаптація ветеранів в організацію після повернення з війни: посібник для керівника. АСМР Ukraine, за підтримки МХП. 2023. 39 с. URL: https://acmpukraine.com.ua/wp-content/uploads/2023/10/Посібник_для_керівника_Адаптація_ветеранів_03_10_2023.pdf (дата звернення: 18.09.2026)
3. Захаріна, Т. Реінтеграційний потенціал ветеранів як чинник успішної їх реінтеграції в соціум.// Social Work and Education. 2023. Vol. 10. No. 3. P. 263-275. DOI: 10.25128/2520-6230.23.3.1
4. Яценко Л. Проблеми працевлаштування ветеранів війни: ризики для держави та суспільства. Національний інститут стратегічних досліджень. 18.12.2023. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/sotsialna-polityka/problemy-pratsevlashtuvannya-veteraniv-viyny-ryzyky-dlya-derzhavy> (дата звернення: 18.09.2026).
5. Київський національний університет будівництва і архітектури. Інститут реінтеграції, реабілітації та професійного розвитку ветеранів «Архітектура Стійкості». Про нас. URL: <https://veterano.knuba.edu.ua/about-us/> (дата звернення: 18.09.2026).

PUBLIC ADMINISTRATION

Iryna Bondarenko

University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine

INSTITUTIONAL AND FINANCIAL CAPACITY OF TERRITORIAL COMMUNITIES AS A BASIS FOR SUSTAINABLE LOCAL GOVERNANCE

Abstract. The paper analyses the institutional and financial capacity of territorial communities as an integrated characteristic of local governance. Capacity is interpreted not only as the availability of budget revenues, but also as the ability of local authorities to plan, organise services, manage assets and investments, maintain qualified staff, cooperate with neighbouring communities and respond to changing conditions. Official assessments of financial capacity show significant differentiation among Ukrainian communities, which makes a uniform management model ineffective. The paper proposes a capacity-management approach based on a local indicator dashboard, medium-term planning, prioritisation of services, intermunicipal cooperation, professional development and project portfolio management. Particular emphasis is placed on linking financial indicators with service outcomes rather than evaluating communities only by revenue levels.

Keywords: territorial community, local self-government, institutional capacity, financial capacity, public services, local governance.

Ірина Бондаренко

Університет митної справи та фінансів, Дніпро, Україна

ІНСТИТУЦІЙНА ТА ФІНАНСОВА СПРОМОЖНІСТЬ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД ЯК ОСНОВА СТІЙКОГО МІСЦЕВОГО УПРАВЛІННЯ

Анотація. Проаналізовано інституційну та фінансову спроможність територіальних громад як інтегровану характеристику місцевого управління. Спроможність трактується не лише як наявність бюджетних доходів, а й як здатність органів місцевого самоврядування планувати розвиток, організовувати послуги, управляти майном та інвестиціями, утримувати кваліфіковані кадри, співпрацювати з сусідніми громадами та реагувати на зміну умов. Офіційні оцінки фінансової спроможності засвідчують суттєву диференціацію громад, що робить неефективним застосування однакової управлінської моделі. Запропоновано підхід до управління спроможністю через локальну систему індикаторів, середньострокове планування, пріоритезацію послуг, міжмуніципальне співробітництво, розвиток кадрів і портфельне управління проектами. Наголошено на необхідності пов'язувати фінансові показники з результатами надання послуг.

Ключові слова: територіальна громада, місцеве самоврядування, інституційна спроможність, фінансова спроможність, публічні послуги, місцеве управління.

Спроможність територіальної громади є однією з ключових передумов якісного місцевого самоврядування. Нормативний підхід визначає спроможну громаду через здатність самотійно або через органи місцевого самоврядування забезпечувати належний рівень публічних послуг з урахуванням кадрових ресурсів, фінансового забезпечення та інфраструктури [1]. Таке визначення важливе тим, що не зводить спроможність до одного показника доходів бюджету. Громада може мати відносно високі доходи, але слабе планування, дефіцит

спеціалістів або неефективну мережу установ; водночас громада з обмеженими ресурсами може підвищувати якість управління через співробітництво, цифрові рішення та чітку пріоритезацію.

Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні» закріплює широке коло власних і делегованих повноважень місцевих рад та їх виконавчих органів [2]. Це означає, що спроможність має оцінюватися через відповідність ресурсів обсягу функцій. Чим більша кількість завдань покладається на громаду, тим важливішими стають професійні кадри, якісні управлінські процедури, фінансове планування, управління активами та достовірні дані про населення і територію. Тому інституційний компонент спроможності фактично визначає, наскільки ефективно фінансовий ресурс перетворюється на суспільний результат.

Офіційна оцінка фінансової спроможності територіальних громад за підсумками першого півріччя 2025 року охопила 1331 громаду та показала суттєву диференціацію [3]. Розподіл громад за рівнями спроможності наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Розподіл територіальних громад за рівнем фінансової спроможності, I півріччя 2025 року

Рівень спроможності	Кількість громад	Частка, %
Високий	443	33,3
Оптимальний	299	22,4
Задовільний	213	16,0
Низький	267	20,1
Критичний	109	8,2
Разом	1331	100,0

Джерело: складено за даними оцінки фінансової спроможності територіальних громад [3].

Наведені дані не означають, що громади з нижчим фінансовим рівнем є неефективними за всіма напрямками, однак вони демонструють різну стартову ресурсну базу. Понад чверть громад у цій оцінці належали до низького або критичного рівня, тоді як 55,7 % мали високий або оптимальний рівень. Для публічного управління це означає необхідність диференційованих рішень: однакові нормативи, інвестиційні вимоги або організаційні моделі можуть створювати непропорційне навантаження на громади з різним потенціалом.

Поточні моніторинги стану громад у 2026 році також фіксують одночасний вплив змін законодавства, кадрової політики, фінансових ресурсів, управління майном, міжнародного фінансування та місцевої демократії [4; 5]. Така багатофакторність підтверджує, що спроможність доцільно управляти як портфелем взаємопов'язаних ресурсів, а не як окремою бюджетною категорією. Критичним є питання організаційної стійкості: чи може громада виконувати основні функції у разі кадрових змін, збільшення навантаження або необхідності швидко запустити нову послугу.

Практичним інструментом може бути локальна панель спроможності, яка містить обмежений набір індикаторів у п'яти блоках: фінанси, кадри, послуги, інфраструктура та управління. До фінансового блоку доцільно

включати не лише доходи на одного жителя, а й частку власних доходів, витрати на утримання управлінського апарату, капітальні видатки, боргове навантаження та стабільність надходжень. Кадровий блок може відображати укомплектованість ключових підрозділів, плинність персоналу, середній вік і професійне навчання. Блок послуг має фіксувати доступність, час очікування, собівартість та задоволеність користувачів.

Особливої уваги потребує зв'язок між бюджетними витратами та фактичним результатом. Наприклад, збільшення видатків на певну сферу саме по собі не доводить покращення послуги. Управлінське рішення має спиратися на показники результативності: охоплення населення, фізичну доступність, якість, час реагування, енергоефективність об'єктів, витрати на одного користувача. Такий підхід дозволяє порівнювати альтернативи: утримувати власну установу, закуповувати послугу, створювати спільний орган із сусідніми громадами або переводити частину процесів у цифровий формат.

Міжмуніципальне співробітництво є одним зі способів компенсувати обмежений масштаб окремої громади. Не кожній громаді економічно доцільно створювати окремий високоспеціалізований підрозділ або утримувати складний інфраструктурний об'єкт. Спільні проекти, комунальні підприємства, центри компетенцій чи закупівлі можуть забезпечити ефект масштабу. Водночас таке співробітництво потребує чітких договорів, прозорого розподілу витрат і результатів, спільних стандартів даних та системи контролю.

Інституційна спроможність також залежить від якості стратегічного і середньострокового планування. Стратегія громади має бути пов'язана з бюджетом, програмами, просторовим плануванням та портфелем інвестиційних проєктів. Поширеною управлінською проблемою є наявність великої кількості декларативних цілей без визначеного фінансування, відповідальних виконавців і вимірюваних показників. Раціональнішим є обмежений перелік пріоритетів, для яких визначено очікуваний результат, джерело коштів, строк і відповідальну команду.

Кадрова політика є не менш важливою, ніж бюджетна. Фінансовий ресурс не забезпечує автоматично якісного управління, якщо органу місцевого самоврядування бракує спеціалістів з фінансів, закупівель, просторового планування, управління проєктами, цифровізації та комунікацій. Тому розвиток спроможності має включати регулярну оцінку компетентностей, навчання, обмін практиками, створення міжвідомчих команд та стандартизацію процесів, щоб критичні функції не залежали від однієї людини.

Отже, стійке місцеве управління доцільно будувати на інтегрованому розумінні спроможності. Фінансові показники є необхідною, але не достатньою умовою. Вони мають аналізуватися разом із якістю інституцій, кадровим потенціалом, здатністю управляти даними, інфраструктурою та результатами послуг. Для громад із різними стартовими умовами потрібні різні траєкторії розвитку, але спільним має бути принцип: кожен додатковий ресурс повинен бути пов'язаний із чітко визначеним суспільним результатом і вимірюваною якістю місцевих послуг.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Про затвердження Методики формування спроможних територіальних громад : Постанова Кабінету Міністрів України від 08.04.2015 № 214 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/214-2015-%D0%BF> (дата звернення: 27.09.2026).
2. Про місцеве самоврядування в Україні : Закон України від 21.05.1997 № 280/97-ВР // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/280/97-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 27.09.2026).
3. Оцінка фінансової спроможності громад за підсумками I півріччя 2025 року // Децентралізація. URL: <https://decentralization.gov.ua/news/20052> (дата звернення: 27.09.2026).
4. Моніторинг громад – січень 2026 // Децентралізація. URL: <https://decentralization.gov.ua/news/20456> (дата звернення: 27.09.2026).
5. Моніторинг громад – квітень 2026 // Децентралізація. URL: <https://decentralization.gov.ua/en/news/20719> (дата звернення: 27.09.2026).

Andrii Moroz

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

OPEN DATA IN PUBLIC ADMINISTRATION: FROM DISCLOSURE TO MANAGEMENT ANALYTICS

Abstract. The paper considers open data as an element of modern public administration that combines transparency, accountability, economic reuse and evidence-based decision-making. The Ukrainian regulatory framework establishes the principles of open-by-default publication, timeliness, machine readability, free reuse and interoperability. The study emphasises that formal publication of datasets is insufficient if data are incomplete, outdated, poorly structured or disconnected from management processes. Particular attention is paid to data governance, metadata quality, automated updating, common identifiers and the use of open datasets for public monitoring and internal analytical dashboards. Practical recommendations are proposed for moving from “publication for compliance” to a data management cycle in which open data support policy design, service improvement, public control and innovation.

Keywords: open data, public information, transparency, accountability, data governance, evidence-based management.

Андрій Мороз

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

ВІДКРИТІ ДАНІ У СИСТЕМІ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ: ВІД ОПРИЛЮДНЕННЯ ДО УПРАВЛІНСЬКОЇ АНАЛІТИКИ

Анотація. Розглянуто відкриті дані як складову сучасного публічного управління, що поєднує прозорість, підзвітність, економічне повторне використання та прийняття рішень на основі даних. Нормативна база України закріплює принципи відкритості за замовчуванням, оперативності, машиночитаності, вільного повторного використання та інтероперабельності. Обґрунтовано, що формального оприлюднення наборів недостатньо, якщо дані є неповними, застарілими, погано структурованими або не пов'язаними з управлінськими процесами. Особливу увагу приділено управлінню даними, якості метаданих, автоматичному оновленню, єдиним ідентифікаторам та використанню відкритих наборів для громадського моніторингу і внутрішніх аналітичних панелей. Запропоновано практичні орієнтири переходу від «оприлюднення заради відповідності» до повного циклу управління даними.

Ключові слова: відкриті дані, публічна інформація, прозорість, підзвітність, управління даними, управління на основі даних.

Відкриті дані є одним із базових інструментів прозорого та підзвітного публічного управління. Їх значення виходить за межі реалізації права на доступ до інформації. Структуровані машиночитані дані можуть використовуватися громадянами, бізнесом, журналістами, дослідниками та самими органами влади для аналізу публічних фінансів, управління майном, оцінювання якості послуг, планування інфраструктури та виявлення управлінських ризиків. Тому відкриті дані доцільно розглядати не як додатковий інформаційний продукт вебсайту, а як частину системи управління даними в органі публічної влади.

Правові основи відкритих даних в Україні формуються Законом України «Про доступ до публічної інформації» та постановою Кабінету Міністрів України № 835 [1; 2]. Чинне положення про набори даних передбачає, зокрема, принципи

відкритості за замовчуванням, оперативності, доступності використання та інтегрованості. Практично це означає, що дані мають бути не просто оприлюднені, а представлені у формі, придатній для автоматизованого оброблення, регулярно оновлюватися та містити структуру, яка дозволяє зіставляти записи між різними наборами.

Проблема формального виконання вимог полягає у тому, що наявність файлу на порталі ще не створює управлінської цінності. Якщо таблиця опублікована у незручному форматі, містить різні назви одного й того самого об'єкта, не має стабільних ідентифікаторів або оновлюється із суттєвою затримкою, її повторне використання ускладнюється. Тому якість відкритих даних варто оцінювати щонайменше за шістьма критеріями: повнота, актуальність, структурованість, зрозумілі метадані, стабільність ідентифікаторів та можливість автоматичного доступу.

У 2025–2026 роках політика відкритих даних в Україні продовжила розвиватися. Міністерство цифрової трансформації у підсумках початку 2026 року повідомляло про відновлення доступу до важливих наборів та презентований економічний ефект відкритих даних в Україні на рівні 26,8 млрд грн [3]. Цей показник демонструє, що дані мають не лише антикорупційну або інформаційну функцію, але й економічну цінність: на їх основі створюються сервіси, знижуються витрати на перевірку інформації, спрощуються дослідження ринків та підвищується якість рішень бізнесу.

Для публічного управління особливо важливий перехід від зовнішнього оприлюднення до внутрішнього використання тих самих даних. Постанова № 835 прямо допускає створення модулів управлінської аналітики на основі наборів відкритих даних із посиланням на відповідні джерела [2]. Це створює можливість формувати єдину інформаційну основу для двох завдань: громадського контролю та щоденного менеджменту. Наприклад, набір про комунальне майно може одночасно слугувати джерелом для публічного реєстру і внутрішньої панелі, яка показує об'єкти без чинних договорів, прострочені платежі або невикористовувані площі.

Такий підхід потребує відповідальності за дані всередині організації. Доцільно визначати власника набору на рівні структурного підрозділу, технічного відповідального за автоматичне вивантаження та посадову особу, яка контролює якість. Для кожного набору варто встановити джерело первинного запису, частоту оновлення, правила валідації, перелік обов'язкових полів і механізм виправлення помилок. Без цього портал відкритих даних фактично перетворюється на кінцеве сховище файлів, тоді як управлінська цінність формується значно раніше — у процесі збору, нормалізації та перевірки інформації.

Окремого значення набувають метадані. Якісна назва набору, опис показників, одиниці виміру, часовий період, географічне охоплення, контакт відповідальної особи та дата оновлення істотно знижують ризик неправильної

інтерпретації. Для складних наборів корисним є словник полів із поясненням кодувань і довідників. Це особливо важливо під час об'єднання даних кількох органів, коли однакові поняття можуть мати різні назви або структуру.

Відкриті дані також є інструментом участі громадськості. Публікація інформації про бюджетні видатки, закупівлі, місцеві програми, регуляторні рішення, майно або екологічні показники дозволяє перевести дискусію з рівня загальних оцінок до перевірюваних фактів. На порталі відкритих даних діє інструментарій, який показує сценарії використання наборів для перевірки бізнес-партнерів, моніторингу публічних коштів, аналізу судових рішень та інших завдань [4]. Управлінський ефект таких інструментів полягає у зменшенні інформаційної асиметрії між владою та суспільством.

Разом із перевагами відкритості необхідно дотримуватися обмежень щодо персональних даних, безпеки та інформації з обмеженим доступом. Принцип відкритості за замовчуванням не означає автоматичного оприлюднення будь-якої інформації. Орган влади має проводити правову оцінку, за потреби знеособлювати дані та документувати підстави обмеження доступу. Особливо важливо не створювати ризик повторної ідентифікації особи шляхом поєднання кількох детальних наборів.

Для практичної модернізації роботи з відкритими даними доцільно впроваджувати цикл: інвентаризація інформаційних ресурсів — визначення пріоритетних наборів — стандартизація структури — автоматизація оновлення — контроль якості — публікація — аналіз повторного використання — коригування. Інформаційні аудити, які публікуються розпорядниками на data.gov.ua, можуть бути одним із механізмів систематизації цього процесу [5]. У такій моделі відкриті дані перестають бути одноразовим звітним обов'язком і стають регулярним управлінським процесом.

Отже, зріла політика відкритих даних у публічному управлінні має поєднувати прозорість, технологічну якість і внутрішню аналітичну корисність. Основним критерієм результативності є не кількість завантажених файлів, а те, наскільки дані допомагають приймати обґрунтовані рішення, контролювати використання ресурсів, створювати суспільно корисні сервіси та підвищувати підзвітність органів влади.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Про доступ до публічної інформації : Закон України від 13.01.2011 № 2939-VI // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2939-17> (дата звернення: 27.09.2026).
2. Про затвердження Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних : Постанова Кабінету Міністрів України від 21.10.2015 № 835 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/835-2015-%D0%BF> (дата звернення: 27.09.2026).

3. Шість нових послуг у Дії, старт 5G та оновлення Мрії: як Мінцифра розпочала 2026 рік // Міністерство цифрової трансформації України. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/progress/shist-novykh-posluh-u-diyi-start-5g-ta-onovlennia-mriyi-iak-mintsyfra-rozpochala-2026-rik> (дата звернення: 27.09.2026).

4. Open Data Toolkits — Антикорупційний інструментарій // Єдиний державний вебпортал відкритих даних. URL: <https://toolkit.data.gov.ua/> (дата звернення: 27.09.2026).

5. Результати інформаційного аудиту наборів відкритих даних // Єдиний державний вебпортал відкритих даних. 31.08.2026. URL: <https://data.gov.ua/dataset/ce0e7396-74f7-49e2-a6c4-645c7149ddb3> (дата звернення: 27.09.2026).

Olena Kovalchuk

National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”, Poltava, Ukraine

DIGITAL PUBLIC SERVICES AS AN INSTRUMENT OF SERVICE-ORIENTED PUBLIC ADMINISTRATION

Abstract. The paper examines digital public services as a practical mechanism for transforming public administration from a procedure-centred model to a service-oriented one. The analysis focuses on the expansion of Ukraine’s e-services ecosystem, user adoption, the reduction of transaction costs, and the remaining digital inclusion challenges. Based on official data from the Ministry of Digital Transformation, the Diia ecosystem and UNDP-supported research, the study argues that the quality of digital public administration should be assessed not only by the number of services transferred online, but also by end-to-end process redesign, accessibility, interoperability, security and measurable user outcomes. A set of management priorities is proposed: life-event service design, omnichannel access, proactive services, systematic evaluation of user experience, and support for groups facing digital barriers.

Keywords: digital public services, public administration, service-oriented state, Diia, digital inclusion, administrative services.

Олена Ковальчук

Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна

ЦИФРОВІ ДЕРЖАВНІ ПОСЛУГИ ЯК ІНСТРУМЕНТ СЕРВІСНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ

Анотація. Досліджено цифрові державні послуги як практичний механізм переходу публічного управління від процедурно-орієнтованої до сервісної моделі. Проаналізовано розширення екосистеми електронних послуг в Україні, динаміку користування, скорочення транзакційних витрат та збереження бар’єрів цифрової інклюзії. На основі офіційних даних Міністерства цифрової трансформації України, екосистеми Дія та досліджень за підтримки ПРООН обґрунтовано, що результативність цифровізації доцільно оцінювати не лише кількістю переведених онлайн послуг, а й повнотою реінжинірингу процесів, доступністю, інтероперабельністю, безпекою та фактичними результатами для користувача. Запропоновано управлінські пріоритети: побудову послуг за життєвими подіями, омніканальність, проактивне надання сервісів, системне вимірювання користувацького досвіду та підтримку груп, які стикаються з цифровими бар’єрами.

Ключові слова: цифрові державні послуги, публічне управління, сервісна держава, Дія, цифрова інклюзія, адміністративні послуги.

Цифровізація державних послуг стала одним із найпомітніших напрямів модернізації публічного управління в Україні. Її управлінське значення полягає не лише у використанні інформаційних технологій, а передусім у зміні логіки взаємодії держави з громадянином і бізнесом. Традиційна модель адміністративної послуги часто передбачає необхідність самотійно визначити компетентний орган, зібрати підтвердні документи, кілька разів звернутися до установи та очікувати результат. Сервісно-орієнтований підхід, навпаки, виходить із потреби користувача та прагне мінімізувати кількість його дій. Саме тому цифровізація має найбільший ефект тоді, коли супроводжується реінжинірингом процедури, а не простим перенесенням паперової заяви в електронну форму.

Масштаб використання електронних послуг підтверджує, що цифровий канал став повноцінною складовою системи публічного управління. За результатами всеукраїнського опитування щодо державних електронних послуг у 2025 році, 59 % опитаних користувалися е-послугами, а 85 % користувачів оцінили свій досвід як радше або дуже позитивний [1]. Окремо екосистема Дія у 2026 році об'єднала понад 24 млн користувачів застосунку, а портал використовують мільйони громадян для отримання послуг онлайн [2; 3]. Ці дані свідчать про перехід цифрових сервісів із додаткового каналу взаємодії до базової інфраструктури держави.

Водночас кількість користувачів сама по собі не є достатнім показником якості цифрового врядування. Для публічного менеджменту важливо оцінювати повний цикл послуги: тривалість, кількість необхідних дій, повторне використання відомостей з реєстрів, частку автоматичних рішень, кількість відмов, потребу в особистому візиті та вартість отримання результату. Дослідження економічного ефекту цифрових послуг, оприлюднене у 2025 році, оцінює сукупну економію громадян і держави від послуг у Дії з 2020 року у 184 млрд грн [4]. Такий підхід показує, що цифровізація має розглядатися як інструмент підвищення продуктивності адміністративних процесів, а не лише як технологічний проєкт.

Ключовою умовою сервісної моделі є інтероперабельність державних інформаційних ресурсів. Користувач не повинен виступати «кур'єром» між органами влади, якщо необхідні відомості вже містяться у державних реєстрах. Управлінський принцип повторного використання даних дає змогу скоротити перелік документів, зменшити ризик помилок та прискорити прийняття рішень. З цією логікою пов'язана і тенденція до комплексних сервісів, у яких одна життєва подія запускає кілька взаємопов'язаних адміністративних процедур. Саме комплексність є ознакою зрілої цифрової послуги, оскільки для громадянина цінність має не окрема адміністративна дія, а вирішення життєвої ситуації.

Важливим напрямом подальшого розвитку є перехід від реактивної до проактивної моделі. Реактивна послуга починається після того, як особа сама дізналася про своє право, знайшла необхідний сервіс і подала заяву. Проактивна модель передбачає, що держава на підставі законних і достовірних даних може повідомити людину про можливість отримання певної послуги або сформувати частину результату без повторного введення інформації. Такий підхід потребує якісних реєстрів, чітких правил доступу до даних, надійної ідентифікації та можливості контролю з боку користувача.

Окремим управлінським викликом залишається цифрова нерівність. Дослідження ПРООН показало, що серед причин невикористання е-послуг респонденти називали, зокрема, брак навичок, недовіру до електронних сервісів і відсутність пристрою з доступом до інтернету; рівень використання також відрізняється за віком і доходами [1]. Отже, принцип «digital by default» не повинен трансформуватися у «digital only». Сервісна держава має зберігати

омніканальну модель, у якій цифровий канал є пріоритетним за швидкістю та зручністю, але громадянин може отримати допомогу через ЦНАП, контакт-центр або уповноваженого працівника.

Для підвищення якості цифрових послуг доцільно системно вимірювати користувацький досвід. У практиці органів влади показники успішності часто зводяться до кількості запущених сервісів або електронних заяв. Натомість для управлінських рішень важливі частка завершених без помилок заяв, середній час до результату, кількість звернень до підтримки, повторне введення одних і тих самих даних, доступність для людей з інвалідністю та рівень задоволеності. Такі показники дають можливість виявляти вузькі місця і планувати не косметичні зміни інтерфейсу, а зміни самого адміністративного процесу.

Не менш важливим є питання довіри. Цифрова послуга концентрує у собі не лише зручність, а й вимоги до кібербезпеки, захисту персональних даних, прозорості алгоритмічних рішень та належного оскарження. Якщо автоматизація впливає на права людини або доступ до публічної послуги, користувач повинен розуміти логіку рішення, мати можливість виправити помилкові дані та звернутися до відповідального органу. Таким чином, технологічна ефективність має бути збалансована з правовими гарантіями й підзвітністю.

Реформа державного управління в Україні орієнтується на сучасну цифрову та сервісну державу, спроможну формувати політику на основі даних і надавати якісні доступні послуги [5]. У цьому контексті цифрові сервіси можуть розглядатися як інфраструктура реалізації ширших принципів належного врядування. Вони створюють передумови для стандартизації процедур, зменшення необґрунтованої дискреції, кращого контролю строків та накопичення даних для аналізу якості послуг.

Отже, подальше вдосконалення цифрових державних послуг доцільно концентрувати на п'яти взаємопов'язаних напрямках: реінжинірингу процедур до їх цифровізації; побудові комплексних сервісів за життєвими подіями; інтероперабельності та повторному використанні достовірних даних; цифровій інклюзії та омніканальності; вимірюванні результатів для користувача. За такого підходу цифровізація стає не самоціллю, а способом підвищення якості публічного управління, коли менше ресурсів витрачається на адміністративну рутину, а більше — на вирішення потреб громадян і бізнесу.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Аналітичний звіт «Думки і погляди населення України щодо державних електронних послуг у 2025 році» / Програма розвитку ООН в Україні. 21.01.2026. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/analychnyy-zvit-dumky-i-pohlyady-naselennya-ukrayiny-shchodo-derzhavnykh-elektronnykh-posluh-u-2025-rotsi> (дата звернення: 27.09.2026).
2. Вже 24 мільйони українців обрали Дію: державні послуги в кілька кліків // Дія. 16.03.2026. URL: <https://diia.gov.ua/news/vzhe-24-miliony-ukrainsiv-obraly-diiu-derzhavni-posluhy-v-kilka-klikiv> (дата звернення: 27.09.2026).

3. 7 мільйонів українців отримують державні послуги онлайн на порталі Дія // Дія. 30.04.2026. URL: <https://diia.gov.ua/news/7-milioniv-ukraintsiv-otrymuiut-derzhavni-posluhy-onlain-na-portali-diia> (дата звернення: 27.09.2026).

4. Цифрові послуги заощадили українцям і державі 184 млрд грн — результати дослідження // Дія. 08.09.2025. URL: <https://diia.gov.ua/news/tsyfrovi-posluhy-zaoshchadyly-ukraintsiam-i-derzhavi-184-mlrd-hrn-rezultaty-doslidzhennia> (дата звернення: 27.09.2026).

5. Реформа державного управління // Кабінет Міністрів України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/reformi/efektivne-vryaduvannya/reforma-derzhavnogo-upravlinnya> (дата звернення: 27.09.2026).

Vladyslav Kuznietsov

Taurida V. I. Vernadsky National University, Kyiv, Ukraine

NON-FINANCIAL REPORTING AS A TOOL FOR TRANSPARENCY AND CSR PERFORMANCE ASSESSMENT

Abstract. The study substantiates the role of non-financial reporting as a key tool for corporate transparency and assessing CSR performance in Ukraine. It examines double materiality, integration of European standards, and the transition to ESG management. Priority focuses include human capital preservation, investor attraction, and business resilience during post-war recovery.

Keywords: corporate social responsibility, non-financial reporting, double materiality, CSRD, ESG management, transparency, post-war recovery.

Владислав Кузнецов

Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського, Київ, Україна

НЕФІНАНСОВА ЗВІТНІСТЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОЗОРІСТІ ТА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ КОРПОРАТИВНОЇ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ

Анотація. Дослідження обґрунтовує роль нефінансової звітності як ключового інструменту корпоративної прозорості та оцінювання результативності КСВ в Україні. Розглянуто принцип подвійної суттєвості, інтеграцію європейських стандартів і перехід до ESG-управління. Серед пріоритетів визначено збереження людського капіталу, залучення інвесторів і стійкість бізнесу в період повоєнного відновлення.

Ключові слова: корпоративна соціальна відповідальність, нефінансова звітність, подвійна суттєвість, CSRD, ESG-управління, прозорість, повоєнне відновлення

Amid large-scale global transformations and the deepening of Ukraine's European integration processes, corporate social responsibility (CSR) has definitively ceased to be merely an act of situational philanthropy or a public relations marketing tool. Today, it is evolving into a fundamental strategic orientation of modern corporate governance. Concurrently, the expanding scale of corporate social and environmental initiatives underscores the imperative of objectively verifying their actual societal and economic efficacy. Conventional financial reporting reflects solely fiscal metrics and liquidity flows, remaining fundamentally incapable of capturing a company's impact on ecosystems, the development of local territories, the provision of decent working conditions, and the preservation of human capital. Under these circumstances, standardized non-financial reporting emerges as the primary public instrument for ensuring informational transparency, countering the manipulative practices of greenwashing, and providing a rigorous evaluation of CSR strategies for investors, partners, the state, and society.

The contemporary stage of market relations is characterized by a radical increase in institutional demands for corporate transparency. Institutional investors, international financial institutions, commercial banks, and consumers increasingly appraise corporations not merely by their profitability, but also by the maturity of their

non-financial risk governance. This shift has precipitated a transition from arbitrary and subjective narrative disclosures toward unified reporting frameworks for sustainable development, prominent among which are the EU Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) and the European Sustainability Reporting Standards (ESRS). Their implementation establishes an integrated methodological foundation of non-financial key performance indicators (KPIs), enabling inter-firm comparability, benchmarking, and the eradication of market information asymmetries [1].

The cornerstone of modern non-financial disclosure is the principle of double materiality. This concept mandates the evaluation of CSR performance across two dialectically interconnected dimensions. The first dimension encompasses impact materiality (the «inside-out» perspective), which demonstrates the actual and potential effects of an enterprise's operations, upstream and downstream supply chains, and final products on society, the environment, and human rights. The second dimension constitutes financial materiality (the «outside-in» perspective), which gauges the counter-influence of external climatic, social, and governance vulnerabilities on the entity's financial stability, cash flows, and overall enterprise value. Consequently, outlays allocated to social initiatives and eco-modernization are no longer categorized as peripheral or discretionary expenses; rather, they represent strategic capital investments in enterprise risk management and long-term business resilience.

The direct integration of sustainability parameters into corporate management reports provides the empirical foundation to quantify and verify the tangible contribution of enterprise operations toward resolving societal challenges [2]. Moving away from abstract statements, disclosures capture concrete and measurable performance indicators: the specific decarbonization trajectories of manufacturing cycles, waste recycling ratios, energy efficiency performance, gender parity, and workspace accessibility. Such a framework equips management to establish direct causal links between deployed resources and attained societal outcomes, rendering CSR policies predictable, manageable, and economically justified.

In the operational environment of Ukrainian businesses, the adoption of non-financial disclosure assumes an even more pronounced applied and crisis-resilient orientation. Under conditions of martial law and preparations for post-war reconstruction, CSR priorities have shifted decisively toward safeguarding human capital, supporting mobilized personnel, facilitating the social adaptation and reintegration of war veterans, delivering psychosocial assistance to employees, and extending systematic aid to host communities. The systematic execution of such initiatives within sectoral enterprises requires implementing advanced project-based ESG management, wherein public disclosures serve as the conclusive stage of monitoring, audit, and feedback loops [3]. Through the transparent declaration of these indicators, corporations substantiate their operational resilience and credibility as responsible employers and partners.

A pivotal catalyst accelerating non-financial reporting is the structural evolution of global capital market requirements. For Ukrainian enterprises seeking integration into European value chains and pursuing concessional lending from international

financial institutions (such as the EBRD or the IFC), publishing verified non-financial reports represents an obligatory prerequisite for access to investment capital. Foreign counterparties mandate verified proof of responsible business conduct across the entire value chain. Correspondingly, transparency within the CSR domain confers a direct competitive advantage that lowers the cost of capital, enhances credit ratings, and mitigates the risk of cross-border contract terminations arising from non-compliance with international environmental, social, and governance norms.

The advancement of non-financial disclosure additionally necessitates structural reorganization of internal control mechanisms and corporate governance within the enterprise. It demands the establishment of functional cross-departmental coordination, where accounting, sustainability, human resources, legal, and operational units systematically curate a single informational baseline. Automating non-financial data collection through enterprise resource planning (ERP) architectures and dedicated digital platforms ensures data integrity, minimizes human error, and establishes prerequisites for statutory third-party assurance – an essential condition for securing investor and public trust in reported outcomes.

The appraisal of CSR efficacy via reporting mechanisms also dictates a conceptual shift from merely registering input financial volumes toward evaluating qualitative structural changes through frameworks such as Social Return on Investment (SROI). Systematically recording results enables analytical assessments of how enterprise investments in community infrastructure, educational programs, and public-service digitalization elevate public welfare while relieving pressure on municipal budgets. Consequently, corporate reporting evolves into an operational medium for multi-stakeholder dialogue between business entities, local authorities, and citizens, thereby fostering municipal-private partnerships geared toward regional post-war recovery.

The future progression of national non-financial reporting practice remains inextricably linked to the approximation of Ukrainian legislation with the European regulatory framework as part of EU accession milestones. The gradual transition of large and medium-sized corporations toward unified, machine-readable digital reporting taxonomies will foster objective sectoral benchmarking, reduce compliance and analytical costs, and cement corporate social responsibility as an intrinsic driver of domestic business capitalization.

Non-financial reporting stands as an indispensable instrument for securing public transparency and an objective benchmark for appraising corporate social responsibility policies. Its progression from declarative philanthropy toward standardized sustainability disclosures anchored in double materiality establishes the institutional framework for mitigating operational risks, optimizing investment attraction, and fortifying stakeholder trust. Future academic investigations should target the formulation of sector-specific guidelines and methodological frameworks designed to adapt ESRS standards to the operational realities of domestic enterprises across diverse sectors during post-war recovery.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Fischer T., Adolph J., Schober M., Townend J., Zipse O. The Future of Corporate Disclosure: Non-financial KPIs, Sustainability and Integrated Reporting. *Road to Net Zero. Springer, Cham.* 2023. P. 93–121. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-42224-9_4
2. Озеран А. Інформація про сталий розвиток у звіті про управління. *Сталий розвиток економіки.* 2024. № 2 (49). С. 282–287. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-49-45>
3. Лагодієнко О. В. Ключові аспекти та підходи управління ESG-програмами на підприємствах агропромислового комплексу України. *Бізнес Інформ.* 2024. № 7. С. 290–297. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-7-290-297>

Tetyana Novytska

National University of Kyiv-Mohyla Academy, Kyiv, Ukraine
Public Higher Educational Establishment "Vinnytsia
Academy of Continuing Education", Vinnytsia, Ukraine
ORCID: 0009-0008-0942-5570

SUPERVISION AS AN INNOVATIVE TOOL FOR DEVELOPING HUMAN POTENTIAL IN THE PUBLIC SECTOR IN UKRAINE

Abstract. This paper examines the relevance of introducing supervision in the public sector as a modern tool for professional development, improving the effectiveness of public servants, preventing professional burnout, safeguarding mental health and ensuring the appropriate quality of management decisions. The main benefits of supervision for employees of state institutions, local government bodies and society as a whole are identified. The essence of supervision, its main functions and benefits for the functioning of the public administration system in the context of transformational changes, digitalisation and military challenges are defined. The need to institutionalise supervisory practice within state authorities and local government bodies in Ukraine has been substantiated.

Keywords: supervision, public administration, public policy, prevention of occupational burnout, mental health.

Тетяна Новицька

Національний університет «Києво-Могилянська академія», Київ, Україна
Комуніальний заклад вищої освіти «Вінницька
академія безперервної освіти», Вінниця, Україна
ORCID: 0009-0008-0942-5570

СУПЕРВІЗІЯ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПУБЛІЧНОЇ СФЕРИ В УКРАЇНІ

Анотація. У тезах розглянуто актуальність впровадження супервізії у публічній сфері як сучасного інструменту професійного розвитку, підвищення ефективності діяльності публічних службовців, профілактики професійного вигорання, збереження ментального здоров'я та забезпечення належної якості управлінських рішень. Визначено основні переваги супервізії для працівників державних установ, органів місцевого самоврядування та суспільства загалом. Визначено сутність супервізії, її основні функції та переваги для функціонування системи публічного управління в умовах трансформаційних змін, цифровізації та воєнних викликів. Обґрунтовано необхідність інституціоналізації супервізійної практики в органах державної влади та місцевого самоврядування України.

Ключові слова: супервізія, публічне управління, державна політика, профілактика професійного вигорання, ментальне здоров'я.

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується високою динамікою змін, цифровою трансформацією управлінських процесів, необхідністю швидкого реагування на кризові ситуації та зростанням вимог до якості публічного врядування.

Суспільні виклики, пов'язані з воєнними діями, соціальною нестабільністю, економічними кризами та зростанням психоемоційного навантаження на населення, актуалізують необхідність удосконалення системи психічного здоров'я, що визначено одним із пріоритетів державної політики в Україні.

Це підтверджено введенням в дію Закону України № 4223-IX “Про систему охорони психічного здоров’я в Україні” (Далі - Закон) [1], який набув чинності 7 лютого 2026 року. Закон передбачає не лише розширення доступу до психологічних послуг, а й забезпечення їхньої якості та ефективності. На виконання вимог Закону Кабінетом Міністрів України розроблено і затверджено ряд нормативно-правових документів, серед яких Положення про супервізію, затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 6 серпня 2026 року № 993 [2], що визначає супервізію як сучасний інструмент інноваційного механізму державного управління.

В умовах реформування системи державного управління України особливого значення набуває впровадження супервізії задля розвитку людського потенціалу публічної служби, формування професійних компетентностей, профілактики професійного вигорання, збереження ментального здоров’я та створення механізмів підтримки фахівців, які працюють у сфері надання публічних послуг. Сучасна модель публічного управління орієнтується на принципи відкритості, підзвітності, професійності та людиноцентризму. Реалізація цих принципів потребує не лише вдосконалення нормативно-правової бази, але й розвитку людського капіталу.

Працівники публічної сфери щоденно стикаються з підвищеним рівнем відповідальності, стресовими ситуаціями, значним навантаженням та необхідністю прийняття рішень в умовах невизначеності. За таких обставин зростає ризик емоційного виснаження, зниження мотивації та професійної ефективності.

Традиційно супервізія широко застосовується у соціальній роботі, психології, медицині та освіті, однак останніми роками її інструментарій дедалі активніше інтегрується у сферу публічного управління. Це пов’язано з необхідністю забезпечення якісного виконання службових обов’язків, запобігання професійному вигоранню, збереженню ментального здоров’я та підвищення результативності діяльності державних службовців та фахівців соціономічних професій, які надають послуги безпосередньо громадянам.

У міжнародній практиці супервізія розглядається як професійна форма підтримки, консультування та розвитку працівників, що поєднує навчальну, управлінську та психологічно-підтримувальну функції. [3]. Європейська структура супервізії представлена в документі ECVision Асоціації Національних організацій супервізії і коучингу в Європі - ANSE (Association of National organisations for Supervision and Coaching in Europe) [4], де супервізія зазначається як окрема професія у сфері консультування.

В цьому документі зазначається, що “Супервізія як професія у сфері консультування зосереджується на взаємодії між людьми, професійними завданнями та організаціями. Супервізія надає достатньо простору та часу для рефлексії щодо професійної діяльності в складних ситуаціях. Супервізія насамперед слугує розвитку окремих осіб, команд та організацій. Вона покращує професійне життя окремих осіб та команд з огляду на їхні ролі в інституційному контексті. Вона також зосереджується на забезпеченні та розвитку якості комунікації між

співробітниками та методів співпраці в різних робочих контекстах. Крім того, супервізія надає підтримку в різних процесах рефлексії та прийняття рішень, а також у складних і вимогливих професійних ситуаціях та конфліктах. Вона сприяє уточненню та опрацюванню завдань, функцій і ролей. Вона допомагає у подоланні процесів змін, у пошуку інноваційних рішень для нових викликів та заходів щодо боротьби з мобінгом і вигоранням”. [4, с.53]

Супервізія у публічному секторі в Україні може бути визначена як процес професійної підтримки та рефлексивного супроводу діяльності працівників органів державної влади й місцевого самоврядування, спрямований на вдосконалення їхніх компетентностей, підвищення якості управлінських рішень та забезпечення ефективного виконання покладених функцій. На відміну від традиційного контролю, супервізія орієнтована не на пошук недоліків, а на розвиток потенціалу працівника та формування культури безперервного професійного навчання.

Супервізійна підтримка дозволяє своєчасно виявляти проблемні аспекти діяльності, надавати фахову допомогу та сприяти збереженню професійної спроможності персоналу в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення України.

Важливою перевагою супервізії є розвиток рефлексивної культури в організації. Рефлексія сприяє усвідомленню сильних і слабких сторін професійної діяльності, аналізу помилок та пошуку оптимальних шляхів розв’язання управлінських завдань. Організації, у яких систематично застосовуються супервізійні практики, демонструють вищий рівень адаптивності, згуртованості персоналу та відкритості до інновацій. У публічному секторі це безпосередньо впливає на якість надання послуг громадянам та рівень довіри суспільства до органів влади.

Не менш важливою є роль супервізії у формуванні професійних компетентностей державних службовців, фахівців сфери публічного управління. Через аналіз практичних кейсів, обговорення складних ситуацій та отримання зворотного зв’язку працівники мають можливість удосконалювати навички комунікації, стратегічного мислення, управління конфліктами й прийняття рішень. Такий підхід відповідає сучасним принципам компетентнісного розвитку персоналу та концепції навчання впродовж життя.

Впровадження супервізії також сприяє поширенню етичних стандартів публічної служби. Регулярне обговорення професійних дилем дозволяє формувати відповідальне ставлення до службової діяльності, підвищувати рівень доброчесності та зміцнювати організаційну культуру. У свою чергу, це сприяє запобіганню корупційним ризикам, покращенню внутрішньої комунікації та забезпеченню прозорості управлінських процесів.

Для України перспективним напрямом є інституціоналізація супервізії у системі професійного розвитку державних службовців. Це передбачає розроблення нормативно-правового забезпечення, підготовку професійних супервізорів, інтеграцію супервізійних підходів у програми підвищення кваліфікації та створення організаційних умов для їх практичного застосування.

Доцільним є також вивчення та адаптація кращих міжнародних практик супервізії з урахуванням особливостей національної системи публічного управління.

Таким чином, супервізія є важливим інструментом модернізації публічного сектору, що забезпечує професійний розвиток персоналу, підвищення ефективності діяльності органів влади. Профілактика професійного вигорання і підтримка ментального здоров'я впливають на поліпшення якості публічних послуг. Впровадження супервізії відповідає сучасним тенденціям розвитку публічного управління та сприяє формуванню стійкої, професійної й орієнтованої на потреби громадян системи врядування. В умовах трансформаційних процесів та європейської інтеграції України супервізія може стати одним із ключових механізмів підтримки людського потенціалу державної служби та забезпечення сталого розвитку публічних інституцій.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Закон України № 4223-IX “Про систему охорони психічного здоров'я в Україні”: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4223-20#n511>
2. Положення про супервізію: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/993-2026-%D0%BF#n77>
3. Hawkins P., Shohet R. Supervision in the Helping Professions. 5th ed. London: Open University Press, 2020.
4. Judy, M./Knopf, W.: ECVision. Supervision and Coaching in Europe: Concepts and Competences. Vienna 2015: www.anse.eu/ecvision/products

PSYCHOLOGY AND SOCIOLOGY

Andrii Savchuk

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

TECHNOSTRESS IN HYBRID EMPLOYMENT: AVAILABILITY BOUNDARIES, RECOVERY, AND ORGANIZATIONAL NORMS

Abstract. The paper examines technostress in hybrid employment as an interaction between technological demands, organizational expectations, and individual boundary management. Classic technostress research is combined with studies of work-related smartphone use and workplace telepressure. The analysis distinguishes technology overload from the social norm of rapid responsiveness. Particular attention is paid to after-hours communication, work–family boundaries, recovery, and the role of managers. The paper argues that sustainable hybrid work requires not only digital skills but also explicit communication norms, response-time expectations, protected recovery periods, and a culture in which temporary unavailability is legitimate.

Keywords: technostress, hybrid work, telepressure, recovery, work–family boundaries, digital communication.

Андрій Савчук

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, Україна

ТЕХНОСТРЕС У ГІБРИДНІЙ ЗАЙНЯТОСТІ: МЕЖІ ДОСТУПНОСТІ, ВІДНОВЛЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ НОРМИ

Анотація. У роботі технострес у гібридній зайнятості розглянуто як результат взаємодії технологічних вимог, організаційних очікувань та індивідуального управління межами. Класичні дослідження техностресу поєднано з працями про робоче використання смартфонів і телетиск. Розмежовано технологічне перевантаження та соціальну норму швидкої відповіді. Особливу увагу приділено комунікації поза робочим часом, межах між роботою і приватним життям, відновленню та ролі керівників. Обґрунтовано, що стійка гібридна зайнятість потребує не лише цифрових навичок, а й чітких правил комунікації, очікувань щодо часу відповіді, захищених періодів відновлення та легітимності тимчасової недоступності.

Ключові слова: технострес, гібридна робота, телетиск, відновлення, межі роботи і сім'ї, цифрова комунікація.

Гібридна зайнятість змінила не лише місце виконання роботи, а й соціальні норми доступності. Працівник може фізично завершити робочий день, але залишатися психологічно включеним у нього через месенджери, електронну пошту, корпоративні платформи та мобільні сповіщення. У результаті технології, які забезпечують гнучкість, одночасно створюють ризик розмиття меж. Технострес доцільно розглядати саме в цій подвійності: проблема виникає не тому, що цифрові інструменти є «поганими», а тому, що їх використання взаємодіє з інтенсивністю завдань, культурою організації та очікуваннями щодо швидкості реакції.

Одне з класичних досліджень техностресу показало, що стрес, створений інформаційно-комунікаційними технологіями, може бути пов'язаний із рольовим напруженням і продуктивністю (Tarafdar et al., 2007). Автори описували різні техностресори, серед яких перевантаження, вторгнення технологій

у приватний час, складність, невизначеність і відчуття небезпеки щодо власних навичок. Для гібридної роботи особливо актуальним є «техно-вторгнення»: працівник має можливість працювати будь-де, а тому фактично може відчувати очікування працювати будь-коли.

Інший підхід розрізняє технонапруження і технозалежність. М. Salanova, S. Llorens та Е. Cifre показували, що технострес може проявлятися як поєднання втоми, тривоги, скептицизму та відчуття неефективності, а також як компульсивна потреба постійно користуватися технологіями (Salanova et al., 2013). Це важливе уточнення, оскільки перевантаження не завжди помітне зовні. Працівник може демонструвати високу цифрову активність і швидко відповідати на повідомлення, але така поведінка може підтримуватися не ефективністю, а страхом пропустити важливий запит або здатися недостатньо залученим.

Саме цей соціальний компонент описує поняття «workplace telepressure» — внутрішній тиск швидко відповідати на робочі повідомлення. L. Barber і А. Santuzzi пов'язували телетиск із гіршим відновленням, вигоранням та якістю сну (Barber & Santuzzi, 2015). Важливо, що працівникові не обов'язково прямо наказувати відповідати ввечері. Достатньо неформальної норми: керівник регулярно пише пізно, колеги відповідають протягом кількох хвилин, а мовчання сприймається як байдужість. У таких умовах цифрова доступність перетворюється на соціальний сигнал лояльності.

Розмивання меж між роботою і приватним життям також пов'язане з використанням смартфонів у неробочий час. Дослідження D. Derks та співавторів показало, що робоче використання смартфона після завершення робочого дня може бути пов'язане з конфліктом між робочою та сімейною ролями, причому важливе значення має індивідуальна перевага сегментації або інтеграції сфер життя (Derks et al., 2016). Це означає, що універсальне правило «ніколи не працювати після 18:00» не підходить усім. Частина людей комфортно інтегрує сфери, але навіть для них потрібна можливість самостійно визначати межі, а не підкорятися постійному зовнішньому тиску.

Практичне управління техностресом має починатися з організаційних норм, а не лише з тренінгів тайм-менеджменту. Якщо культура винагороджує миттєву реакцію, працівник, який намагається вимикати сповіщення, ризикує відчувати провину або страх санкцій. Організація може зменшувати телетиск, прямо визначаючи очікуваний час відповіді для різних каналів. Наприклад, термінові питання надсилаються лише через один визначений канал, а електронна пошта не вимагає реакції поза робочими годинами. Важливо, щоб керівники демонстрували ці правила власною поведінкою.

Другий напрям — захист відновлення. Після інтенсивної когнітивної роботи людині потрібен період психологічного від'єднання, коли вона не повинна постійно моніторити робочі сигнали. Технічно це підтримують режими «не турбувати», окремі робочі профілі на телефоні, вимкнені push-сповіщення, планове надсилання листів у робочий час. Проте технічні інструменти працюють

лише тоді, коли соціальна норма дозволяє ними користуватися. Працівник має бути впевнений, що тимчасова недоступність не буде інтерпретована як недостатня відповідальність.

Третій напрям стосується цифрової компетентності. Надлишкова кількість платформ, дублювання інформації, хаотичні чати й погана структура файлів збільшують когнітивні витрати навіть без надурочної роботи. Тому цифрова гігієна організації включає стандарти назв документів, зрозумілу структуру спільних папок, обмеження кількості каналів, правила тегування термінових повідомлень та регулярне очищення зайвих груп. Це не дрібниці адміністрування, а елементи психологічно безпечного робочого середовища.

Отже, технострес у гібридній зайнятості є соціотехнічною проблемою. Він виникає не лише через функціональні особливості цифрових систем, а й через норми доступності, управлінські практики та індивідуальні межі. Стійка модель гібридної роботи передбачає зрозумілі правила часу відповіді, право на відновлення, обмеження комунікаційного шуму, послідовну поведінку керівників і можливість працівника контролювати власну доступність. Саме така комбінація дає змогу зберегти переваги гнучкості без перетворення постійного зв'язку на постійне напруження.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Tarafdar, M., Tu, Q., Ragu-Nathan, B. S., & Ragu-Nathan, T. S. (2007). The impact of technostress on role stress and productivity. *Journal of Management Information Systems*, 24(1), 301–328. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240109>
2. Salanova, M., Llorens, S., & Cifre, E. (2013). The dark side of technologies: Technostress among users of information and communication technologies. *International Journal of Psychology*, 48(3), 422–436. <https://doi.org/10.1080/00207594.2012.680460>
3. Derks, D., Bakker, A. B., Peters, P., & van Wingerden, P. (2016). Work-related smartphone use, work–family conflict and family role performance: The role of segmentation preference. *Human Relations*, 69(5), 1045–1068. <https://doi.org/10.1177/0018726715601890>
4. Barber, L. K., & Santuzzi, A. M. (2015). Please respond ASAP: Workplace telepressure and employee recovery. *Journal of Occupational Health Psychology*, 20(2), 172–189. <https://doi.org/10.1037/a0038278>

Daryna Melnyk

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

YOUTH VOLUNTEERING AS A RESOURCE OF SOCIAL CAPITAL AND SUBJECTIVE WELL-BEING

Abstract. The paper analyses youth volunteering through two complementary lenses: social capital and subjective well-being. Volunteering is treated as organized prosocial activity that can create repeated cooperation, trust, role identity, skills, and access to broader networks. At the same time, the paper stresses that positive effects are not automatic: overload, moral pressure, blurred role boundaries, and chronic exposure to distress may reduce well-being. Drawing on classic studies of volunteering, the paper proposes conditions for sustainable volunteer participation: voluntary choice, clear roles, adequate coordination, social recognition, recovery, and opportunities for reflection.

Keywords: volunteering, youth, social capital, well-being, trust, civic engagement.

Дарина Мельник

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

МОЛОДІЖНЕ ВОЛОНТЕРСТВО ЯК РЕСУРС СОЦІАЛЬНОГО КАПІТАЛУ ТА СУБ'ЄКТИВНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ

Анотація. У роботі молодіжне волонтерство проаналізовано у двох взаємодоповнювальних вимірах: соціального капіталу та суб'єктивного благополуччя. Волонтерство розглядається як організована просоціальна діяльність, що може створювати повторювану співпрацю, довіру, рольову ідентичність, навички та доступ до ширших соціальних мереж. Водночас позитивні наслідки не є автоматичними: перевантаження, моральний тиск, нечіткі межі ролі та тривалий контакт із людським стражданням можуть знижувати благополуччя. На основі класичних досліджень волонтерства визначено умови стійкої участі: добровільність вибору, чіткі ролі, якісна координація, соціальне визнання, відновлення та можливість рефлексії.

Ключові слова: волонтерство, молодь, соціальний капітал, благополуччя, довіра, громадянська участь.

Молодіжне волонтерство є одночасно формою допомоги іншим і простором соціалізації самого волонтера. Воно створює ситуації, у яких люди з різним досвідом співпрацюють заради спільної мети, розподіляють відповідальність, домовляються про правила та оцінюють результати. Саме тому волонтерську активність доцільно аналізувати не лише через обсяг виконаної допомоги, а й через соціальні зв'язки, що виникають у процесі. Для молоді ці зв'язки можуть бути особливо значущими, оскільки поєднують громадянську участь, професійне пробування ролей, розвиток компетентностей і побудову нових мереж взаємодії.

У соціології волонтерство розглядається як діяльність, у межах якої людина добровільно віддає час на користь іншої особи, групи або справи (Wilson, 2000). Добровільність тут є принциповою характеристикою. Якщо участь ґрунтується виключно на примусі, страху осуду або формальній вимозі, її психологічні й соціальні наслідки можуть відрізнятися від справжньої волонтерської мотивації.

Тому при організації молодіжних програм важливо зберігати можливість реального вибору: людина має розуміти, на що погоджується, скільки часу це займатиме і як можна коректно припинити або змінити формат участі.

З погляду соціального капіталу волонтерські мережі можуть створювати довіру, норми взаємності та доступ до ресурсів інших учасників. Регулярна співпраця робить поведінку партнерів передбачуванішою: людина бачить, хто виконує обіцянки, як команда реагує на труднощі, чи можна розраховувати на допомогу. Такі мікродосвіди накопичуються і формують практичну довіру. Важливо, що волонтерство може поєднувати як «сильні» зв'язки всередині близької групи, так і «мостові» зв'язки між людьми з різних професійних, вікових або територіальних середовищ.

Класичні дослідження також показують зв'язок волонтерської діяльності з різними аспектами благополуччя. Р. Thoits і L. Hewitt, аналізуючи панельні дані, розглядали взаємозв'язок волонтерської роботи з життєвою задоволеністю, самооцінкою, відчуттям контролю, фізичним здоров'ям та депресивними проявами (Thoits & Hewitt, 2001). Інтерпретуючи такі результати, важливо пам'ятати про двосторонність зв'язку: люди з вищими ресурсами частіше можуть дозволити собі волонтерство, а сама участь, у свою чергу, може підтримувати благополуччя. Тому волонтерство не слід подавати як універсальний «лікувальний» засіб.

Психологічні механізми стійкої участі добре пояснює функціональний підхід до волонтерства. А. Omoto і М. Snyder показали, що довготривала волонтерська активність може підтримуватися різними мотивами: ціннісними, пізнавальними, соціальними, самозахисними та пов'язаними з особистісним розвитком (Omoto & Snyder, 1995). Це означає, що дві людини можуть виконувати однакову роботу з різних причин. Для координатора важливо не нав'язувати єдиний «правильний» мотив, а створювати умови, за яких діяльність справді відповідає очікуванням і цінностям учасника.

Позитивний вплив волонтерства значною мірою залежить від якості організації. Нечіткі ролі, суперечливі доручення, постійна терміновість, відсутність зворотного зв'язку та визнання створюють ризик виснаження. Особливо це актуально для допомоги в кризових сферах, де волонтери регулярно стикаються з чужим болем, втратами або високою відповідальністю. У таких випадках важливі ротація завдань, командні обговорення, можливість відмовитися від емоційно важкої функції, реалістичні графіки та культура, у якій відпочинок не вважається недостатньою відданістю справі.

Для молоді волонтерство може бути також простором набуття соціальних і професійних компетентностей: комунікації, планування, координації, роботи з конфліктами, публічних виступів, ведення документації, цифрової організації проєктів. Однак перетворення волонтерства виключно на спосіб «покращити резюме» звужує його суспільний зміст. Найбільший розвитковий ефект виникає тоді, коли учасник бачить зв'язок між власною дією і конкретним суспільним результатом, а також має можливість рефлексувати над досвідом і переносити набуті навички в інші сфери.

Важливим соціологічним ефектом є формування громадянської суб'єктності. Волонтер, який бере участь у плануванні, прийнятті рішень і оцінюванні результатів, поступово переходить від позиції пасивного спостерігача до позиції учасника, здатного впливати на локальні проблеми. При цьому критично важливо, щоб організації не використовували молодь лише як безкоштовну робочу силу. Навчальний і громадянський потенціал волонтерства реалізується тоді, коли молоді люди мають голос, отримують інформацію про результати, бачать справедливий розподіл відповідальності та можуть пропонувати власні ініціативи.

Отже, молодіжне волонтерство здатне зміцнювати соціальний капітал і підтримувати суб'єктивне благополуччя, але позитивний ефект залежить від умов участі. Стійке волонтерство ґрунтується на добровільності, зрозумілих ролях, реалістичному навантаженні, довірі, визнанні та можливості відновлення. За таких умов допомога іншим стає не одноразовою мобілізацією, а практикою, що одночасно посилює соціальні мережі, громадянську компетентність і відчуття особистої значущості.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Wilson, J. (2000). Volunteering. *Annual Review of Sociology*, 26, 215–240. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.26.1.215>
2. Thoits, P. A., & Hewitt, L. N. (2001). Volunteer work and well-being. *Journal of Health and Social Behavior*, 42(2), 115–131.
3. Omoto, A. M., & Snyder, M. (1995). Sustained helping without obligation: Motivation, longevity of service, and perceived attitude change among AIDS volunteers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 68(4), 671–686. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.68.4.671>
4. Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. Simon & Schuster.

Olena Kovalenko

Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava, Ukraine

PSYCHOLOGICAL RESILIENCE OF UNIVERSITY STUDENTS UNDER PROLONGED UNCERTAINTY

Abstract. The paper examines psychological resilience of university students in conditions where uncertainty is not a short-term episode but a prolonged background of everyday life. The analysis is based on resource-oriented and motivational approaches to stress and adaptation. Resilience is interpreted not as emotional invulnerability, but as a dynamic capacity to preserve functioning, restore resources, maintain meaningful goals, and use social support. Particular attention is paid to the interaction between personal self-regulation, perceived autonomy, competence, relatedness, and the availability of supportive environments. The paper argues that effective support should combine individual skills with institutional practices that reduce unnecessary unpredictability and strengthen social connection.

Keywords: resilience, uncertainty, students, stress, self-regulation, social support.

Олена Коваленко

Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна

ПСИХОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ В УМОВАХ ТРИВАЛОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Анотація. У роботі розглянуто психологічну стійкість студентської молоді в умовах, коли невизначеність є не короткочасним епізодом, а тривалим фоном повсякденного життя. Аналіз спирається на ресурсний і мотиваційний підходи до стресу та адаптації. Стійкість трактується не як емоційна невразливість, а як динамічна здатність зберігати функціонування, відновлювати ресурси, підтримувати осмислені цілі та користуватися соціальною підтримкою. Особливу увагу приділено взаємодії саморегуляції, відчуття автономії, компетентності, приналежності та якості підтримувального середовища. Обґрунтовано, що ефективна допомога має поєднувати розвиток індивідуальних навичок із такими освітніми практиками, які зменшують зайву непередбачуваність і зміцнюють соціальні зв'язки.

Ключові слова: психологічна стійкість, невизначеність, студентська молодь, стрес, саморегуляція, соціальна підтримка.

Психологічна стійкість у студентському віці набуває особливого значення, оскільки саме цей період поєднує високі вимоги до навчальної продуктивності, професійного самовизначення, соціальної автономізації та побудови дорослої ідентичності. Коли до звичних завдань розвитку додається тривала невизначеність, людина змушена постійно перерозподіляти увагу й емоційні ресурси між навчанням, побутом, безпекою, плануванням і підтриманням соціальних зв'язків. У таких умовах некоректно розуміти стійкість як постійну зібраність або відсутність страху. Значно продуктивніше трактувати її як здатність адаптивно змінювати стратегії, відновлюватися після напруження і продовжувати діяльність без тривалого виснаження.

Ресурсна теорія стресу С. Гобфолла виходить із того, що люди прагнуть зберегти, захищати й примножувати значущі ресурси, а психологічне напруження посилюється внаслідок загрози їх втрати, фактичної втрати або недостатнього повернення після значних зусиль (Hobfoll, 1989). Для студентів такими ресурсами є не лише час і матеріальні можливості, а й сон, передбачуваність навчального процесу, підтримка близьких, доступ до викладачів, відчуття контролю над власними рішеннями, можливість планувати хоча б найближчі дні. Якщо втрати накопичуються, виникає ризик «спіралі втрат»: нестача сну погіршує концентрацію, зниження концентрації збільшує навчальні борги, а борги посилюють тривогу і ще більше ускладнюють відновлення.

Сучасні дослідження резильєнтності підкреслюють, що стійкість не є фіксованою рисою характеру. Вона формується у взаємодії людини з її середовищем і може змінюватися залежно від доступності захисних факторів (Masten, 2014). Звідси випливає важливий практичний висновок: відповідальність за адаптацію не можна повністю перекладати на самого студента. Навіть високий рівень самодисципліни не компенсує хаотичної комунікації, суперечливих вимог, постійної зміни правил або недоступності підтримки. Освітня організація впливає на психологічний стан не тільки через зміст навчання, а й через якість процедур, передбачуваність рішень і способів взаємодії.

Корисним доповненням є теорія самодетермінації, відповідно до якої психологічне благополуччя підтримується задоволенням базових потреб в автономії, компетентності та пов'язаності з іншими людьми (Deci & Ryan, 2000). В умовах невизначеності ці потреби можуть систематично фруструватися. Автономія зменшується, коли людина не може планувати; компетентність ставиться під сумнів, коли звичні способи діяльності не працюють; пов'язаність послаблюється через дистанційність і нерегулярність контактів. Тому стійкість зростає не лише завдяки технікам емоційної саморегуляції, а й тоді, коли студент має реальний простір вибору, зрозумілі критерії успіху та стабільні соціальні зв'язки.

На індивідуальному рівні доцільно зосереджуватися не на вимозі «контролювати все», а на розрізненні зон контролю. Корисно відокремлювати рішення, які залежать від самої людини, від зовнішніх подій, що не піддаються прямому впливу. Це зменшує непродуктивне витрачання психічних ресурсів. Практично така стратегія може реалізовуватися через короткі горизонти планування, ранжування завдань за важливістю, регулярні перерви, відновлення сну, обмеження постійного інформаційного моніторингу та підтримання звичних рутин. Рутини не усувають невизначеності, але створюють «острівці передбачуваності», які полегшують саморегуляцію.

Не менш важливою є соціальна підтримка. Її ефект визначається не лише кількістю контактів, а й якістю взаємодії: можливістю бути почутим, отримати конкретну допомогу, уточнити вимоги або відчутти приналежність до групи. У студентському середовищі особливу роль відіграють горизонтальні зв'язки між одногрупниками, неформальні мережі взаємодопомоги, наставництво

старших студентів і доступна комунікація з викладачами. Соціальна підтримка виконує одночасно емоційну, інформаційну й інструментальну функції, а також допомагає нормалізувати переживання без їх знецінення.

На інституційному рівні психологічно підтримувальним є не стільки збільшення кількості мотиваційних заходів, скільки зниження непотрібної невизначеності. До таких кроків належать єдині канали оголошень, чіткі дедлайни, раннє повідомлення про зміни, зрозумілі критерії оцінювання, можливість альтернативного виконання окремих завдань у разі об'єктивних перешкод. Важливо також розмежовувати гнучкість і хаотичність. Гнучка система передбачає варіанти дії та зрозумілі правила їх використання; хаотична система просто часто змінює вимоги. Саме передбачувана гнучкість найбільше підтримує відчуття контролю.

Всесвітня організація охорони здоров'я наголошує, що психічне здоров'я залежить не лише від індивідуальних чинників, а й від соціального та організаційного середовища (World Health Organization, 2022). Для закладів вищої освіти це означає необхідність переходу від суто реактивної допомоги до профілактичної логіки. Психологічні консультації залишаються важливими, але вони не можуть бути єдиною відповіддю, якщо джерелом надмірного напруження є сама організація процесів. Профілактика включає створення зрозумілих правил, підтримку взаємодії, навчання викладачів чутливій комунікації та розвиток навичок саморегуляції в студентів.

Отже, психологічна стійкість студентської молоді в умовах тривалої невизначеності формується на перетині особистісних і середовищних ресурсів. Найбільш продуктивна модель підтримки поєднує саморегуляцію, короткострокове планування, відновлення, соціальну включеність і організаційну передбачуваність. Такий підхід дає змогу відмовитися від спрощеного уявлення про стійкість як про «силу характеру» і розглядати її як процес, який можна підтримувати на рівні людини, групи та освітньої установи.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Hobfoll, S. E. (1989). Conservation of resources: A new attempt at conceptualizing stress. *American Psychologist*, 44(3), 513–524. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.44.3.513>
2. Masten, A. S. (2014). Global perspectives on resilience in children and youth. *Child Development*, 85(1), 6–20. <https://doi.org/10.1111/cdev.12205>
3. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
4. World Health Organization. (2022). World mental health report: Transforming mental health for all. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240049338>

Iryna Romaniuk
Lviv, Ukraine

LONELINESS AND SOCIAL BELONGING IN HYBRID LEARNING: A SOCIO-PSYCHOLOGICAL PERSPECTIVE

Abstract. The paper considers loneliness in hybrid learning as a subjective deficit of meaningful connection rather than a simple lack of contacts. The distinction between social isolation, loneliness, and belonging is used to explain why a student may communicate frequently online and still experience disconnection. The analysis combines psychological theories of belonging with recent international evidence on social connection. Attention is paid to weak ties, informal interaction, group identity, and the institutional design of hybrid education. The paper concludes that strengthening belonging requires not only more communication, but predictable opportunities for reciprocal, repeated, and meaningful interaction.

Keywords: loneliness, belonging, social connection, hybrid learning, students, social isolation.

Ірина Романюк
Львів, Україна

САМОТНІСТЬ І СОЦІАЛЬНА ПРИНАЛЕЖНІСТЬ У ГІБРИДНОМУ НАВЧАННІ: СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНИЙ ВИМІР

Анотація. У роботі самотність у гібридному навчанні розглянуто як суб'єктивний дефіцит значущого зв'язку, а не просто як нестачу контактів. Розмежування соціальної ізоляції, самотності та приналежності дає змогу пояснити, чому студент може часто комунікувати онлайн і водночас переживати відчуження. Аналіз поєднує психологічні теорії потреби у приналежності з актуальними міжнародними даними про соціальні зв'язки. Увагу приділено слабким зв'язкам, неформальній взаємодії, груповій ідентичності та організації гібридного навчання. Зроблено висновок, що зміцнення приналежності потребує не просто збільшення кількості комунікації, а створення передбачуваних можливостей для взаємної, повторюваної та змістовної взаємодії.

Ключові слова: самотність, приналежність, соціальні зв'язки, гібридне навчання, студенти, соціальна ізоляція.

Гібридне навчання розширило простір освітньої взаємодії, поєднавши фізичну присутність, відеозв'язок, месенджери та асинхронні цифрові платформи. Однак збільшення кількості каналів не гарантує відчуття соціальної включеності. Студент може отримувати десятки повідомлень щодня, бути присутнім на онлайн-заняттях і водночас не мати відчуття, що його знають, помічають і очікують у групі. Саме тому для аналізу соціальних наслідків гібридного навчання важливо розрізняти об'єктивну кількість контактів та суб'єктивну якість соціального зв'язку.

Класична концепція потреби у приналежності виходить із того, що люди прагнуть підтримувати стабільні, позитивні й повторювані міжособистісні зв'язки (Baumeister & Leary, 1995). Для задоволення цієї потреби недостатньо випадкових коротких контактів: важливими є регулярність, взаємність і відчуття тривалості стосунків. У навчальному середовищі це проявляється через знайомі

ритуали, постійні малі групи, неформальні розмови до і після занять, спільні завдання, а також розуміння власного місця в колективі. Гібридний формат може підтримувати ці механізми, але може й послаблювати їх, якщо взаємодія зводиться лише до передачі навчальної інформації.

Самотність не тотожна фізичному перебуванню наодинці. L. Hawkley і J. Сасіорро описують її як суб'єктивне переживання недостатності бажаних соціальних зв'язків, яке може впливати на увагу, інтерпретацію соціальних сигналів і поведінку (Hawkley & Сасіорро, 2010). Людина, яка почувається соціально небезпечно, може ставати чутливішою до ознак відкидання, нейтральні реакції сприймати як холодність і поступово уникати взаємодії. Так виникає самопідсилювальний цикл: самотність підвищує настороженість, настороженість ускладнює відкритість, а зменшення відкритості звужує можливості для нових зв'язків.

У гібридному навчанні особливо вразливими є так звані слабкі зв'язки — короткі контакти з одногрупниками, знайомими з інших курсів, працівниками університету. Такі взаємодії можуть здаватися другорядними, проте саме вони формують відчуття «соціальної тканини» установи. У фізичному просторі слабкі зв'язки виникають спонтанно: у коридорі, бібліотеці, їдальні, дорогою на пару. В онлайн-середовищі випадковість зменшується, і спілкування частіше потребує свідомої ініціативи. Тому студент, який не має близьких друзів у групі, може втрачати значну частину повсякденної соціальної підтримки.

Актуальність цієї проблеми підтверджується міжнародними оцінками. У 2025 році Комісія ВООЗ із соціального зв'язку узагальнила дані, які свідчать, що самотність і соціальна ізоляція є поширеними проблемами з наслідками для здоров'я та суспільного функціонування (World Health Organization, 2025). Окремий звіт ОЕСД також підкреслює значення якості соціальних контактів для благополуччя, освіти, зайнятості та громадянської участі (OECD, 2025). Ці висновки не означають, що гібридне навчання саме спричиняє самотність, однак вони показують, що соціальний компонент освітнього середовища не можна вважати автоматичним.

Практична помилка полягає у спробі вирішувати проблему лише збільшенням кількості комунікації. Додаткові чати, повідомлення або онлайн-зустрічі можуть навіть посилювати перевантаження, якщо не створюють взаємності. Більш корисними є структуровані форми взаємодії: сталі малі групи для завдань, взаємне рецензування, короткі парні обговорення, наставництво, студентські проєкти з реальним розподілом ролей. У таких форматах люди не просто «присутні», а стають взаємозалежними в позитивному сенсі: їхній внесок помітний і потрібний іншим.

Важливим є й дизайн очних зустрічей. Якщо фізична присутність використовується лише для пасивного слухання того, що можна було отримати онлайн, її соціальний потенціал втрачається. Очні заняття доцільніше насичувати взаємодією, спільним розв'язанням проблем, дискусіями, лабораторними чи

проектними активностями. Натомість інформаційно насичений матеріал може частково переноситися в асинхронний формат. Такий поділ підсилює унікальну цінність очної присутності і робить соціальні контакти функціонально значущими.

З боку викладача важливими є прості сигнали включення: звертання на ім'я, короткий зворотний зв'язок, визнання внеску, можливість ставити запитання без публічного тиску, чіткі правила взаємодії в групі. Для студентів першого року особливо корисними можуть бути програми адаптації й наставництва, оскільки вони ще не мають сформованої мережі університетських зв'язків. Соціальна приналежність виникає поступово, тому разові заходи мають менший ефект, ніж повторювані практики, вбудовані в навчальний процес.

Отже, у гібридному навчанні ключовим показником є не кількість каналів комунікації, а те, чи створюють вони умови для тривалих, взаємних і значущих зв'язків. Самотність може співіснувати з високою цифровою активністю, якщо контакти поверхові або функціонально односторонні. Підтримка соціальної приналежності має бути частиною дизайну освітнього процесу: через сталі групи, видимість внеску, неформальну взаємодію, наставництво та осмислене використання очних зустрічей.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497–529. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497>
2. Hawkley, L. C., & Cacioppo, J. T. (2010). Loneliness matters: A theoretical and empirical review of consequences and mechanisms. *Annals of Behavioral Medicine*, 40(2), 218–227. <https://doi.org/10.1007/s12160-010-9210-8>
3. World Health Organization. (2025). From loneliness to social connection: Charting a path to healthier societies. Report of the WHO Commission on Social Connection. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/978240112360>
4. OECD. (2025). Social connections and loneliness in OECD countries. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/social-connections-and-loneliness-in-oecd-countries_6df2d6a0-en.html

Maksym Bondarenko
Kyiv, Ukraine

DIGITAL OVERLOAD AND STUDENT ATTENTION: PSYCHOLOGICAL MECHANISMS AND SELF-REGULATION PRACTICES

Abstract. The paper analyses digital overload as a combination of excessive informational input, frequent switching, notification-driven interruptions, and the subjective expectation of permanent availability. The discussion avoids technological determinism: digital devices are treated as tools whose effects depend on the mode and context of use. Research on smartphone-related cognitive load, notifications, and well-being is used to distinguish between time online and fragmented attention. The paper proposes practical principles for student self-regulation, including notification management, single-task learning intervals, physical distance from the phone during cognitively demanding work, and deliberate recovery periods.

Keywords: digital overload, attention, smartphone, students, notifications, self-regulation.

Максим Бондаренко
Київ, Україна

ЦИФРОВЕ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ТА УВАГА СТУДЕНТІВ: ПСИХОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ І ПРАКТИКИ САМОРЕГУЛЯЦІЇ

Анотація. У роботі проаналізовано цифрове перевантаження як поєднання надмірного інформаційного потоку, частого перемикання між завданнями, переривань через сповіщення та суб'єктивного очікування постійної доступності. Запропоновано уникати технологічного детермінізму: цифрові пристрої розглядаються як інструменти, вплив яких залежить від способу та контексту використання. На основі досліджень когнітивного навантаження, сповіщень і цифрового благополуччя розмежовано загальний час онлайн та фрагментацію уваги. Окреслено практики саморегуляції: керування сповіщеннями, однофокусні навчальні інтервали, фізичне віддалення смартфона під час складної роботи та заплановані періоди відновлення.

Ключові слова: цифрове перевантаження, увага, смартфон, студенти, сповіщення, саморегуляція.

Цифровізація навчання дала студентам безпрецедентний доступ до інформації, комунікації та освітніх ресурсів. Водночас вона змінила саму структуру уваги: навчальна діяльність дедалі частіше відбувається поруч із месенджерами, соціальними мережами, електронною поштою, хмарними сервісами та численними повідомленнями. Проблема полягає не в існуванні смартфона чи ноутбука як таких, а в режимі постійного перемикання. Коли людина кілька разів за хвилину змінює контекст, частина когнітивного ресурсу витрачається на повторне входження в завдання. Суб'єктивно це може сприйматися як зайнятість, хоча фактична глибина опрацювання матеріалу знижується.

Огляд досліджень зв'язку смартфонів і когнітивного функціонування показує, що найбільше уваги приділяється процесам концентрації, пам'яті, контролю імпульсів і багатозадачності (Wilmer et al., 2017). Важливо не переносити результати окремих експериментів на всі ситуації використання

технологій. Смартфон може одночасно бути джерелом відволікання і корисним когнітивним інструментом: календарем, словником, навігатором, засобом доступу до наукових баз. Тому питання має формулюватися не «чи шкодять смартфони увазі», а «за яких умов спосіб користування підвищує або знижує когнітивні витрати».

Окремий механізм пов'язаний із самою присутністю особистого смартфона. В експериментальному дослідженні А. Ward та співавторів було показано, що розміщення власного телефона поруч могло зменшувати доступну когнітивну місткість у порівнянні з умовою, коли пристрій знаходився в іншому приміщенні (Ward et al., 2017). Цей ефект не слід тлумачити як доказ універсальної «шкоди телефона». Швидше він демонструє, що самоконтроль також має ціну: навіть коли людина не торкається пристрою, частина уваги може витрачатися на пригнічення звички перевірити повідомлення або на моніторинг потенційно важливої інформації.

Ще один фактор — сповіщення. Навіть короткий звуковий або візуальний сигнал створює орієнтувальну реакцію: увага автоматично оцінює новий стимул як потенційно важливий. Дослідження К. Kushlev, J. Proulx та Е. Dunn показало, що активні смартфон-сповіщення можуть посилювати прояви неухважності та гіперактивної поведінки в повсякденному житті (Kushlev et al., 2016). Для студента це означає, що «лише один погляд» на повідомлення часто не є нейтральною дією: після нього потрібно повернутися до логіки конспекту, задачі або тексту, а перемикання може повторюватися десятки разів.

Разом із тим сучасні дані не підтверджують спрощене твердження, що сам по собі великий час користування цифровими технологіями автоматично означає низьке психологічне благополуччя. У великому аналізі даних підлітків А. Orben і А. Przybylski виявили статистично невеликий зв'язок між використанням цифрових технологій і благополуччям, наголосивши на проблемі надто широких узагальнень (Orben & Przybylski, 2019). Для практики це важливо: корисніше вимірювати не лише «екранний час», а тип діяльності, частоту переривань, добровільність використання, емоційний контекст і те, чи конкурує цифрова активність зі сном, рухом, живим спілкуванням або глибокою навчальною роботою.

Поняття цифрового перевантаження доцільно розкладати щонайменше на чотири компоненти. Перший — інформаційний обсяг, коли людина отримує більше повідомлень і матеріалів, ніж здатна якісно опрацювати. Другий — фрагментація уваги через часті переходи між завданнями. Третій — нормативна доступність, тобто очікування, що на повідомлення потрібно відповідати швидко. Четвертий — відсутність чітких меж відновлення, коли навчання, робота, відпочинок і соціальна комунікація відбуваються на тому самому екрані. Саме поєднання цих компонентів створює відчуття постійної розумової «зайнятості».

На рівні саморегуляції ефективними є прості зміни середовища, які зменшують необхідність постійно застосовувати силу волі. Під час складного читання або написання тексту доцільно переводити телефон у режим без сповіщень і, за можливості, тримати його поза полем зору. Навчальний час

корисно організовувати блоками, у межах яких виконується одна когнітивно однорідна задача. Після блоку варто робити коротку перерву, але не обов'язково заповнювати її новим інформаційним потоком. Відновлення краще підтримують рух, вода, погляд у даль, коротка розмова або тиша.

Для закладів освіти важливо також не відтворювати культуру безперервної доступності. Якщо навчальні повідомлення надходять у багатьох каналах, у різний час і без чіткої пріоритетності, студенти змушені постійно перевіряти інформаційний простір. Корисними є єдиний офіційний канал комунікації, передбачувані строки, стандартизовані назви файлів і повідомлень, розумне планування дедлайнів. Таким чином, цифрове благополуччя є не лише приватною навичкою користувача, а й характеристикою комунікаційної культури організації.

Отже, цифрове перевантаження слід розглядати не як наслідок самого факту використання технологій, а як результат невдалої організації уваги й меж доступності. Основним ризиком є не екран як фізичний об'єкт, а повторювана фрагментація когнітивної діяльності. Найперспективнішими є стратегії, які зменшують кількість перемикань, роблять сповіщення керованими, створюють умови для однофокусної роботи та повертають людині право на періоди недоступності.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Wilmer, H. H., Sherman, L. E., & Chein, J. M. (2017). Smartphones and cognition: A review of research exploring the links between mobile technology habits and cognitive functioning. *Frontiers in Psychology*, 8, 605. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00605>
2. Ward, A. F., Duke, K., Gneezy, A., & Bos, M. W. (2017). Brain drain: The mere presence of one's own smartphone reduces available cognitive capacity. *Journal of the Association for Consumer Research*, 2(2), 140–154. <https://doi.org/10.1086/691462>
3. Orben, A., & Przybylski, A. K. (2019). The association between adolescent well-being and digital technology use. *Nature Human Behaviour*, 3, 173–182. <https://doi.org/10.1038/s41562-018-0506-1>
4. Kushlev, K., Proulx, J. D. E., & Dunn, E. W. (2016). "Silence your phones": Smartphone notifications increase inattention and hyperactivity symptoms. *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1011–1020. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858359>

Vira Syniakova

Interregional Academy of Personnel Management, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0002-9750-6942

Nataliia Shapoval

Interregional Academy of Personnel Management, Kyiv, Ukraine

PSYCHOLOGICAL FEATURES OF LEADERSHIP QUALITIES FORMATION IN CHILDREN WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS

Abstract. The paper presents the results of an empirical study of the psychological features of leadership qualities formation in children with special educational needs studying in an inclusive educational environment. The study was conducted at a lyceum and involved 52 students aged 6 to 15 who were recommended support levels I–III in the educational process. A set of six adapted methods was applied following the principle of data triangulation. It was established that the level of leadership qualities is primarily associated not with the category of educational difficulties but with the amount of daily support: the proportion of students with a low level increases from 20.8 % in the first support level group to 88.9 % in the third. It was found that 73.1 % of students received no choice according to the leadership sociometric criterion, despite the generally benevolent attitude of the class on emotional criteria. The psychological conditions for developing the leadership potential of this category of children are substantiated.

Keywords: leadership qualities, special educational needs, inclusive education, support levels, sociometric status, initiative, psychological and pedagogical support.

Віра Синякова

Міжрегіональна Академія управління персоналом, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-9750-6942

Наталія Шаповал

Міжрегіональна Академія управління персоналом, Київ, Україна

ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЛІДЕРСЬКИХ ЯКОСТЕЙ У ДІТЕЙ З ОСОБЛИВИМИ ОСВІТНІМИ ПОТРЕБАМИ

Анотація. У тезах представлено результати емпіричного дослідження психологічних особливостей формування лідерських якостей у дітей з особливими освітніми потребами, які навчаються в умовах інклюзивного освітнього середовища. Дослідження проведено на базі ліцею за участю 52 учнів віком від 6 до 15 років, яким рекомендовано I–III рівні підтримки в освітньому процесі. Застосовано комплекс із шести адаптованих методик із дотриманням принципу триангуляції даних. Установлено, що рівень сформованості лідерських якостей пов'язаний передусім не з категорією освітніх труднощів, а з обсягом щоденної підтримки: частка учнів з низьким рівнем зростає з 20,8 % у групі першого рівня підтримки до 88,9 % у групі третього рівня. Виявлено, що 73,1 % учнів не отримали жодного вибору за лідерським соціометричним критерієм при загалом доброзичливому ставленні класу за емоційними критеріями. Обґрунтовано психологічні умови розвитку лідерського потенціалу цієї категорії дітей.

Ключові слова: лідерські якості, особливі освітні потреби, інклюзивне навчання, рівні підтримки, соціометричний статус, ініціативність, психолого-педагогічний супровід.

Постановка проблеми. Запровадження інклюзивного навчання, унормоване Законом України «Про освіту» [1] та Порядком організації інклюзивного навчання у закладах загальної середньої освіти [2], зробило дітей з особливими освітніми потребами (далі — ООП) повноправними учасниками групових процесів класу: розподілу ролей, спільної діяльності, змагання за визнання однолітків. Водночас у психологічній науці ця категорія дітей традиційно розглядається як об'єкт підтримки, а не як потенційний носій лідерської позиції. Проблема полягає в тому, що можливості дитини з ООП проявити ініціативу, організувати інших чи взяти на себе відповідальність обмежені не стільки самим порушенням розвитку, скільки організацією освітнього середовища — гіперопікою дорослих, заниженими очікуваннями та систематичним закріпленням за дитиною допоміжних, а не відповідальних ролей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичним підґрунтям роботи є положення Л. С. Виготського про те, що первинним для розвитку дитини з порушенням є не сам дефект, а зумовлений ним «соціальний вивих» — випадіння дитини із системи звичних соціальних зв'язків [3]. Звідси випливає, що компенсація відбувається у соціальній, а не в медичній площині. Не менш значущою є концепція набутої беспорядності М. Селігмана [7], згідно з якою постійна допомога, яка не згортається поступово, формує у дитини очікування, що результат не залежить від її власних зусиль. Умови, за яких спільне перебування переростає у прийняття, описані контактною гіпотезою Г. Олпорта [8]: рівний статус учасників, спільна мета, кооперація та підтримка авторитетного дорослого. Питання організації інклюзивного середовища висвітлено у працях А. А. Колупаєвої [4], О. М. Таранченко [6] та О. В. Мартинчук [5]. Проте проблема лідерського потенціалу дітей з ООП та його зв'язку з обсягом рекомендованої підтримки залишається малодослідженою.

Мета дослідження — виявити психологічні особливості формування лідерських якостей у дітей з особливими освітніми потребами та встановити зв'язок цих показників із рекомендованим рівнем підтримки в освітньому процесі.

Виклад основного матеріалу. Емпіричне дослідження проведено на базі ліцею з інклюзивною формою організації освітнього процесу. Вибірку склали 52 учні з ООП віком від 6 до 15 років: 22 учні молодшого шкільного віку та 30 учнів підліткового віку. За рекомендованим інклюзивно-ресурсним центром рівнем підтримки вибірку розподілено так: перший рівень — 24 особи, другий — 19, третій — 9. Учні з IV–V рівнями підтримки до дослідження не залучалися, оскільки застосовані методики не забезпечують достовірних результатів за наявності труднощів важкого та найтяжчого ступенів прояву.

Застосовано комплекс із шести методик: структуроване спостереження за єдиною картою, анкету на визначення соціальних навичок, шкалу оцінки ініціативності, соціометрію, експертну оцінку та методику незакінчених речень. Добір інструментарію здійснювався за трьома принципами: доступності форми пред'явлення без зміни змісту завдання, пріоритету поведінкових методів над самозвітом і множинності джерел даних, за якого кожен критерій забезпечено

щонайменше двома незалежними методиками. Принципово важливим у процедурі спостереження було правило, за яким дія, виконана за прямою вказівкою вчителя або асистента, не зараховувалася як прояв ініціативи.

Установлено, що загальний розподіл рівнів сформованості лідерських якостей зміщений у бік середніх і низьких показників: високий рівень продемонстрували 11,5 % учнів, середній — 46,2 %, низький — 42,3 %. Найслабшою ланкою виявилася готовність брати на себе відповідальність і організовувати діяльність інших, де на низькому рівні перебуває половина вибірки, тоді як показники комунікативної активності є відносно вищими.

Головним результатом дослідження є виявлена залежність показників від обсягу рекомендованої підтримки, наведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Рівень сформованості лідерських якостей залежно від рекомендованого рівня підтримки

Рівень підтримки	Кількість учнів	Високий, %	Середній, %	Низький, %
Разом	52	11,5	46,2	42,3
I рівень	24	20,8	58,3	20,8
II рівень	19	5,3	47,4	47,4
III рівень	9	0,0	11,1	88,9

Джерело: складено авторами за результатами власного емпіричного дослідження.

Як видно з таблиці 1, частка учнів з низьким рівнем сформованості лідерських якостей послідовно зростає з 20,8 % у групі першого рівня підтримки до 47,4 % у групі другого і 88,9 % у групі третього рівня. Зазначена залежність простежується за всіма застосованими методиками, що дозволяє вважати її стійкою тенденцією.

Особливо показовими виявилися результати соціометричного дослідження. Ізольованими, тобто такими, що не отримали жодного вибору, виявилися 17,3 % учнів вибірки, причому п'ятеро з дев'яти учнів третього рівня підтримки. Хоча б один взаємний вибір мали 87,5 % учнів першого рівня, 57,9 % — другого і лише 22,2 % — третього. Порівняння трьох блоків соціометричних критеріїв показало, що за емоційними критеріями учнів з ООП обирають відносно часто, тоді як за запитанням «Кого обрав би лідером команди?» жодного вибору не отримали 73,1 % респондентів. Отже, клас загалом ставиться до цих дітей доброзичливо, проте не розглядає їх як тих, кому можна довірити керівництво спільною справою.

Якісний аналіз дев'яти випадків соціальної ізоляції засвідчив, що вони мають різну природу: у чотирьох випадках ізоляція пов'язана з вираженими мовленнєвими труднощами, у трьох має організаційний характер (дитина значну частину навчального часу проводить на корекційно-розвиткових заняттях поза класом і фізично випадає з ситуацій, у яких формуються симпатії), у двох супроводжується епізодами конфліктної поведінки. Перші дві групи потребують зміни організації середовища, третя — індивідуальної корекційної роботи.

Отриманий розподіл не слід тлумачити так, ніби рівень підтримки сам по собі знижує лідерський потенціал дитини. Він відображає щоденні умови діяльності: чим вищий рівень підтримки, тим більшу частину навчального часу дитина проводить у супроводі дорослого, тим частіше її комунікація опосередковується асистентом і тим менше залишається ситуацій, у яких вона може самостійно розпочати дію, помилитися й виправитися.

На основі отриманих даних визначено психологічні умови розвитку лідерського потенціалу дітей з ООП: створення психологічно безпечного середовища, у якому помилка не має наслідків для статусу дитини; дозованість підтримки з поступовим її згортанням; ротація ролей у груповій роботі за принципом «кожен хоча б раз буває відповідальним»; проектування завдань із взаємозалежними частинами, за яких результат групи неможливий без внеску кожного учасника; оцінювання досягнень дитини у порівнянні з її власними попередніми показниками; узгодженість позицій сім'ї, педагогів, асистента вчителя та команди психолого-педагогічного супроводу.

Висновки. Лідерський потенціал дитини з особливими освітніми потребами формується за тими самими психологічними законами, що й у її однолітків, однак його реалізація значно більше залежить від організації освітнього середовища. Вирішальним чинником є не категорія освітніх труднощів, а обсяг і характер щоденної підтримки. Головна проблема цієї категорії учнів полягає не у відсутності доброзичливого ставлення класу, а у відсутності досвіду бути обраним для спільної справи. Практичним підсумком дослідження є положення про те, що змінювати слід не обсяг підтримки, а її характер — від виконання дій замість дитини до створення умов, у яких дитина діє сама. Перспективи подальших досліджень вбачаємо у перевірці виявлених закономірностей на більшій вибірці та у проведенні формувального експерименту.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 10.01.2026).
2. Про затвердження Порядку організації інклюзивного навчання у закладах загальної середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 15.09.2021 р. № 957. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/957-2021-п> (дата звернення: 10.01.2026).
3. Vygotsky L. S. The Fundamentals of Defectology // The Collected Works of L. S. Vygotsky. New York : Plenum Press, 1993. Vol. 2. 361 p.
4. Колупаєва А. А. Інклюзивна освіта: реалії та перспективи : монографія. Київ : Самміт-Книга, 2009. 272 с.
5. Мартинчук О. В. Підготовка фахівців зі спеціальної освіти до професійної діяльності в інклюзивному освітньому середовищі : монографія. Київ : Центр учбової літератури, 2018. 430 с.
6. Таранченко О. М., Найда Ю. М. Диференційоване викладання в інклюзивному навчальному закладі : навч.-метод. посіб. Київ : Плеяди, 2012. 124 с.

7. Seligman M. E. P. Helplessness: On Depression, Development and Death. San Francisco : W. H. Freeman, 1975. 250 p.
8. Allport G. W. The Nature of Prejudice. Cambridge : Addison-Wesley, 1954. 537 p.

INFORMATION TECHNOLOGIES

Anhelina Kovalenko

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

SOFTWARE BILL OF MATERIALS AS A TOOL FOR SOFTWARE SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT

Abstract. The paper analyzes the use of a Software Bill of Materials (SBOM) as a formal inventory of components included in a software product. The role of SBOM in dependency discovery, rapid identification of exposure to a vulnerable component, and improved software supply chain transparency is substantiated. An integration process is proposed: automatic generation during build, storage with release artifacts, vulnerability checking, license and component change control, and re-scanning when new vulnerability information appears. An SBOM is not a standalone security control and should be combined with secure development practices and update management.

Keywords: SBOM, software supply chain, cybersecurity, dependencies, vulnerabilities, secure software development.

Ангеліна Коваленко

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

ПЕРЕЛІК КОМПОНЕНТІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ (SOFTWARE BILL OF MATERIALS) ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАННЯ

Анотація. Проаналізовано використання Software Bill of Materials (SBOM) як формалізованого переліку компонентів, з яких складається програмний продукт. Обґрунтовано роль SBOM у виявленні залежностей, оперативному встановленні факту використання вразливого компонента та підвищенні прозорості ланцюга постачання програмного забезпечення. Запропоновано процес інтеграції SBOM у життєвий цикл розробки: автоматичне формування під час збирання, зберігання разом з артефактами релізу, перевірка на відомі вразливості, контроль ліцензійних та компонентних змін, повторне сканування після появи нової інформації про вразливості. Підкреслено, що SBOM не є самостійним засобом захисту і має використовуватися разом із безпечними практиками розробки та керування оновленнями.

Ключові слова: SBOM, ланцюг постачання програмного забезпечення, кібербезпека, залежності, вразливості, безпечна розробка.

Сучасне програмне забезпечення рідко створюється повністю з власного коду. Навіть невеликий вебсервіс може залежати від десятків або сотень бібліотек, пакетів, контейнерних образів і транзитивних залежностей. Це прискорює розробку, але одночасно створює проблему видимості: команда може не знати, що певний компонент фактично присутній у кінцевому продукті. Коли для такої бібліотеки публікується критична вразливість, перше практичне питання звучить не «як її виправити», а «у яких наших системах вона використовується».

Software Bill of Materials — це формалізований перелік компонентів програмного забезпечення та зв'язків між ними. NTIA визначає SBOM як запис, що містить деталі та відносини ланцюга постачання різних компонентів, використаних для побудови програмного продукту, і встановлює мінімальні елементи такого опису (NTIA, 2021). Ідея є аналогічною до специфікації матеріалів у виробництві: щоб оцінювати ризик продукту, необхідно знати його склад.

Практична цінність SBOM проявляється під час реагування на нову вразливість. За відсутності централізованого переліку команді доводиться опитувати розробників, переглядати репозиторії або запускати термінове сканування великої кількості систем. Якщо ж для кожного релізу зберігається машиночитний SBOM, можна швидко визначити, які продукти містять конкретний пакет і версію. Це не підтверджує автоматично можливість експлуатації, але істотно звужує область перевірки та допомагає пріоритезувати роботу.

Найбільш ефективним є автоматичне формування SBOM у конвеєрі безперервної інтеграції та постачання. Перелік повинен створюватися з фактичного артефакту або середовища збирання, а не заповнюватися вручну. Разом із релізом доцільно зберігати версію SBOM, хеш артефакту та інформацію про середовище, щоб у майбутньому можна було відтворити зв'язок між конкретним файлом і переліком його компонентів. Для контейнеризованих систем важливо враховувати як залежності застосунку, так і компоненти базового образу.

Таблиця 1. Життєвий цикл SBOM у процесі розробки

Етап	Дія	Результат
Збирання	Автоматичне формування SBOM	Фактичний склад релізу
Реліз	Збереження SBOM разом з артефактом	Простежуваність версії
Експлуатація	Повторне зіставлення з даними про вразливості	Виявлення нового ризику без повторного збирання
Оновлення	Порівняння складу та заміна залежностей	Контроль змін і зменшення технічного боргу

Джерело: складено автором на основі NTIA (2021) та Sourprya et al. (2022).

Наступний рівень — постійне зіставлення SBOM із базами відомих вразливостей. Вразливість може бути оприлюднена через тижні або місяці після випуску продукту, тому одноразове сканування перед релізом є недостатнім. Організація має мати можливість повторно перевірити вже випущені версії без їх повторного збирання. При цьому потрібна нормалізація назв пакетів і версій: одна й та сама бібліотека може ідентифікуватися по-різному в різних екосистемах, що створює помилкові збіги або пропуски.

Важливо не ототожнювати SBOM із повною оцінкою безпеки. Наявність у продукті компонента з опублікованою CVE не завжди означає, що вразливий код досяжний у конкретній конфігурації. Так само відсутність відомих CVE не

гарантує відсутності дефектів. SBOM створює прозорість і основу для аналізу, але рішення про ризик потребує контексту: доступності компонента, способу використання, мережевої експозиції, привілеїв і наявності компенсуючих заходів.

Інтеграція SBOM має бути пов'язана із ширшим процесом безпечної розробки. NIST Secure Software Development Framework рекомендує вбудовувати практики безпеки в життєвий цикл розробки, щоб зменшувати кількість вразливостей і їхній потенційний вплив (Souppaya et al., 2022). У цьому контексті SBOM доповнює керування залежностями, перевірку походження коду, контроль змін, захист середовища збирання та своєчасне оновлення компонентів. Якщо організація генерує SBOM, але не має процесу оновлення вразливих залежностей, документ перетворюється на інвентар без механізму реагування.

Для практичного впровадження доцільно визначити мінімальний стандарт: які продукти повинні мати SBOM, на якому етапі він генерується, де зберігається, хто має доступ, як довго підтримується історія та яким чином виконується повторна перевірка. Варто також фіксувати зміни складу між релізами, оскільки додавання нового пакета може змінити не лише функціональність, а й ліцензійні та безпекові ризики. Автоматизований diff двох SBOM може бути частиною процедури погодження релізу.

Отже, SBOM є інструментом прозорості ланцюга постачання програмного забезпечення. Його основна користь полягає у здатності швидко відповісти на питання «що входить до продукту» та «де використовується конкретний компонент». Найкращий ефект досягається тоді, коли SBOM генерується автоматично, зберігається для кожного релізу, регулярно зіставляється з новими даними про вразливості та включений у процес управління оновленнями. У такій моделі перелік компонентів стає не формальним документом, а робочим джерелом даних для безпеки й супроводу ПЗ.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. National Telecommunications and Information Administration. (2021). The Minimum Elements for a Software Bill of Materials (SBOM). U.S. Department of Commerce.
2. Souppaya, M., Scarfone, K., & Dodson, D. (2022). Secure Software Development Framework (SSDF) Version 1.1: Recommendations for Mitigating the Risk of Software Vulnerabilities (NIST Special Publication 800-218). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-218>

Viktor Didenko

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

DIGITAL TWINS IN AGRICULTURAL INFORMATION SYSTEMS: ARCHITECTURE, DATA, AND DECISION SUPPORT

Abstract. The paper considers a digital twin as an information system that maintains an up-to-date digital representation of a physical agricultural asset or process using sensor data, models, and operational records. A layered architecture is proposed: physical layer, data acquisition and normalization, state model, analytics, and a decision/feedback loop. The distinction between a digital model, a digital shadow, and a fully coupled digital twin is emphasized. Key barriers include incompatible data formats, unstable field data, synchronization complexity, and insufficient representation of agronomic context. Implementation should start with a clearly bounded object such as a greenhouse, irrigation system, machine, or technological operation and then scale gradually.

Keywords: digital twin, agricultural information systems, Internet of Things, precision agriculture, modeling, decision support.

Віктор Діденко

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

ЦИФРОВІ ДВІЙНИКИ В АГРАРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ: АРХІТЕКТУРА, ДАНІ ТА ПІДТРИМКА РІШЕНЬ

Анотація. Розглянуто цифровий двійник як інформаційну систему, що підтримує актуальне цифрове представлення фізичного аграрного об'єкта або процесу на основі даних сенсорів, моделей і операційних записів. Запропоновано багаторівневу архітектуру аграрного цифрового двійника: фізичний рівень, збір і нормалізація даних, модель стану, аналітика та контур прийняття рішень. Показано відмінність між цифровою моделлю, цифровою тінню та повноцінним двійником із зворотним зв'язком. Основними бар'єрами визначено несумісність форматів, нестабільність польових даних, складність синхронізації та недостатню формалізацію агрономічного контексту. Обґрунтовано доцільність початку впровадження з одного чітко визначеного об'єкта — теплиці, системи зрошення, машини або технологічної операції — з подальшим масштабуванням.

Ключові слова: цифровий двійник, аграрні інформаційні системи, Інтернет речей, точне землеробство, моделювання, підтримка рішень.

Цифровізація аграрного виробництва створила велику кількість розрізнених джерел даних: метеостанції, ґрунтові сенсори, телематика машин, супутникові знімки, журнали технологічних операцій, системи обліку ресурсів і виробничі плани. Однак сама наявність даних не гарантує кращих управлінських рішень. Проблема полягає в об'єднанні вимірювань у цілісне представлення стану конкретного поля, культури, теплиці, машини або процесу. Концепція цифрового двійника є одним із підходів до такої інтеграції.

У загальному розумінні digital twin є динамічним цифровим представленням фізичного об'єкта або процесу, яке оновлюється на основі даних із реального середовища та використовується для моніторингу, моделювання, прогнозування або підтримки дій. Огляд технології підкреслює зв'язок цифрових двійників з Інтернетом речей, аналітикою даних і машинним навчанням (Fuller et al., 2020).

Для аграрної сфери ця ідея особливо цікава через просторову та часову мінливість виробничих умов, але водночас складніша через біологічний характер об'єктів і залежність від зовнішнього середовища.

Практично доцільно розрізняти три рівні цифрового представлення. Цифрова модель є статичним або періодично оновлюваним описом без автоматичного зв'язку з фізичним об'єктом. Цифрова тінь отримує дані з фізичного середовища автоматично, але результат аналізу не впливає безпосередньо на процес. Повноцінний цифровий двійник передбачає двонапрямний зв'язок: дані змінюють цифровий стан, а рішення з цифрового рівня можуть бути передані оператору або системі керування для впливу на фізичний об'єкт. У сільському господарстві значна частина проєктів фактично перебуває на рівні цифрової тіні, що є нормальним етапом розвитку.

Базову архітектуру аграрного цифрового двійника можна подати п'ятьма рівнями. На фізичному рівні розташовані рослини, ґрунт, техніка, теплиця або система зрошення. Рівень збору даних включає сенсори, телематику та зовнішні джерела. Далі виконується нормалізація, прив'язка до часу й місця та перевірка якості даних. Четвертий рівень формує модель стану і виконує аналітику: розрахунок індикаторів, прогноз, виявлення аномалій або сценарне моделювання. П'ятий рівень забезпечує підтримку рішення: повідомлення оператору, планування операції або керуючу команду.

Таблиця 1. Рівні зрілості цифрового представлення аграрного об'єкта

Рівень	Потік даних	Функціональність
Цифрова модель	Ручне або періодичне оновлення	Опис, розрахунок, проєктування
Цифрова тінь	Автоматично з фізичного об'єкта до моделі	Моніторинг, аналітика, прогноз
Цифровий двійник	Двонапрямний обмін	Аналітика плюс підтримка/реалізація керуючих дій

Джерело: узагальнено автором на основі Fuller et al. (2020) та Purcell and Neubauer (2023).

Систематичний огляд цифрових двійників у сільському господарстві показав приклади застосування в теплицях, роботизованих системах, аквапоніці та інших контрольованих середовищах, але також відзначив обмеженість повноцінних what-if симуляцій у наявних рішеннях (Purcell & Neubauer, 2023). Це вказує на важливий практичний висновок: не кожна система моніторингу з тривимірною візуалізацією є цифровим двійником. Цінність виникає тоді, коли модель дозволяє перевірити альтернативні рішення або оцінити майбутній стан, а не лише відобразити поточні показники.

Для аграрних інформаційних систем головним технічним бар'єром є інтеперабельність. Дані різних виробників можуть мати несумісні формати, різні одиниці вимірювання, частоту та правила ідентифікації об'єктів. Додатковою проблемою є пропуски й помилки сенсорів. Тому архітектура має містити

окремий шар контролю якості даних, а модель повинна вміти працювати з невизначеністю. Огляд сучасних підходів до цифрових двійників в аграрній сфері також підкреслює значення референтної архітектури та чітких механізмів інтеграції даних (Wang, 2024).

Найбільш реалістична стратегія впровадження — починати з обмеженого контуру. Наприклад, цифровий двійник теплиці може поєднувати температуру, вологість, освітленість, полив і стан культури. На першому етапі система лише синхронізує дані та відображає стан; на другому — прогнозує ризик відхилення; на третьому — пропонує параметри керування; і лише після перевірки може автоматично передавати команди виконавчим системам. Така поетапність зменшує ризик автоматизувати помилкову модель.

Отже, цифровий двійник в аграрній інформаційній системі слід розглядати як інтеграційний механізм між фізичним об'єктом, даними, моделлю і процесом прийняття рішень. Основна складність полягає не у створенні візуального образу, а у підтриманні достовірного стану та узгодженні різномірних даних. Практичний результат досягається тоді, коли цифрове представлення допомагає відповісти на конкретне управлінське запитання: що відбувається, чому це відбувається, що станеться за певного сценарію і яку дію доцільно виконати.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research. *IEEE Access*, 8, 108952–108971. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998358>
2. Purcell, W., & Neubauer, T. (2023). Digital Twins in Agriculture: A State-of-the-art review. *Smart Agricultural Technology*, 3, 100094. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100094>
3. Wang, L. (2024). Digital Twins in Agriculture: A Review of Recent Progress and Open Issues. *Electronics*, 13(11), 2209. <https://doi.org/10.3390/electronics13112209>

Yuliia Ihnatieva

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

TINY MACHINE LEARNING (TINYML) AS A TOOL FOR ENERGY-EFFICIENT DATA PROCESSING IN EDGE INTERNET OF THINGS DEVICES

Abstract. The paper examines TinyML, an approach that runs machine-learning inference directly on low-power microcontrollers and edge Internet of Things devices. The benefits of local inference include lower dependence on permanent connectivity, reduced cloud data transfer, lower latency for simple reactive scenarios, and greater control over raw sensor data. The main constraints are systematized: memory, compute capacity, energy budget, and hardware heterogeneity. A practical development cycle is proposed, covering task selection, data collection, model compression and quantization, memory profiling, latency measurement, and field validation.

Keywords: TinyML, machine learning, Internet of Things, edge computing, microcontrollers, energy efficiency.

Юлія Ігнат'єва

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

МАЛОРЕСУРСНЕ МАШИННЕ НАВЧАННЯ (TINYML) ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ У ПЕРИФЕРІЙНИХ ПРИСТРОЯХ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Анотація. Досліджено підхід TinyML, що передбачає виконання моделей машинного навчання безпосередньо на малопотужних мікроконтролерах і периферійних пристроях Інтернету речей. Визначено переваги локального інференсу: зменшення залежності від постійного мережевого з'єднання, скорочення обсягу даних, що передаються в хмару, нижча затримка для простих сценаріїв реагування та кращий контроль над первинними даними. Систематизовано основні технічні обмеження TinyML — пам'ять, обчислювальну потужність, енергоспоживання й різноманітність апаратних платформ. Запропоновано практичний цикл розробки від вибору задачі та збору даних до квантування, профілювання пам'яті, вимірювання затримки й польового тестування.

Ключові слова: TinyML, машинне навчання, Інтернет речей, периферійні обчислення, мікроконтролери, енергоефективність.

Поширена архітектура Інтернету речей передбачає передавання значної частини даних із сенсорів до шлюзу або хмарної платформи, де виконується аналіз. Така модель зручна для централізованого керування, але має обмеження у випадках нестабільного зв'язку, високої частоти вимірювань або потреби в негайній локальній реакції. TinyML розвиває інший підхід: модель машинного навчання виконує інференс безпосередньо на мікроконтролері чи іншому мало-ресурсному пристрої біля джерела даних. Відповідно, до мережі передається не весь потік вимірювань, а подія, агрегований показник або результат класифікації.

За визначенням, яке закріпилося в технічній літературі, TinyML орієнтоване на перенесення задач машинного навчання на пристрої з жорсткими обмеженнями пам'яті, енергії й обчислювальної потужності (Warden & Situnayake, 2019; Ray, 2022). Типовими сценаріями є розпізнавання ключового слова,

виявлення аномалії в сигналі, класифікація простих зображень, контроль вібрацій, акустичний моніторинг або оцінювання стану обладнання. Важливо, що TinyML не намагається перенести на мікроконтролер будь-яку велику модель. Завдання має бути сформульоване так, щоб невелика модель давала достатню для практики якість за прийнятних ресурсних витрат.

Розробка TinyML-системи починається з оцінювання інформаційної цінності сигналу. Якщо рішення можна прийняти за декількома ознаками або коротким часовим вікном, локальна модель є доцільною. Якщо ж потрібне тривале зіставлення великої кількості джерел або складна генеративна обробка, краще залишити частину логіки на шлюзі чи сервері. Тому ефективна архітектура часто є гібридною: мікроконтролер виконує первинне розпізнавання, відсіює фонові дані й передає вищому рівню лише події, що потребують складнішого аналізу.

Найважливішим ресурсним обмеженням є пам'ять. Під час інференсу необхідно розмістити ваги моделі, проміжні тензори та буфери в обмеженому обсязі Flash і RAM. Через це практичними засобами оптимізації стають квантування чисел, зменшення кількості каналів і шарів, вибір компактних операторів та попередня обробка сигналу. Огляд TinyML підкреслює, що розвиток цього напрямку пов'язаний не лише зі зменшенням моделей, а й з інтеграцією інструментів, апаратних прискорювачів і стандартизованих методів оцінювання (Ray, 2022).

Таблиця 1. Критерії вибору TinyML для IoT-задачі

Критерій	Коли TinyML доцільне	Коли потрібен вищий рівень обчислень
Затримка	Потрібна реакція без мережевого запиту	Допустима серверна обробка
Обсяг даних	Потік великий, а подій мало	Потрібне зберігання всього потоку
Складність моделі	Компактна класифікація або аномалія	Велика мультимодальна чи генеративна модель
Зв'язок	Нестабільний або дорогий канал	Стабільний широкосмуговий канал

Джерело: складено автором на основі Warden and Situnayake (2019), Ray (2022) та Banbury et al. (2021).

Окреме значення має вимірювання не лише точності моделі. Для мікроконтролера модель із найвищою точністю може бути неприйнятною через затримку, розмір або енергоспоживання. Саме тому MLPerf Tiny сформував набір еталонних задач і запропонував розглядати разом точність, latency та energy, тобто показники, що характеризують компроміс між якістю та ресурсами (Banbury et al., 2021). Для практичного проекту до цього переліку варто додати максимальне використання RAM, розмір прошивки, час активної роботи процесора і стабільність у реальних умовах.

Важливо враховувати, що польові дані часто відрізняються від лабораторного набору. Мікрофон має інший шумовий профіль, датчик вібрації встановлено під іншим кутом, освітлення змінюється, а температура впливає на характеристики обладнання. Тому кінцева валідація повинна виконуватися на тому самому типі пристрою і в умовах, близьких до робочих. Для систем із тривалим життєвим циклом доцільно передбачити збір прикладів помилкових спрацьовувань, щоб періодично оновлювати модель централізовано, а потім розгортати нову версію на пристроях.

Перевагою локального інференсу є також контроль над сирими даними. Якщо пристрій аналізує аудіо або сенсорний потік локально і передає лише ознаку події, зменшується потреба зберігати первинні дані на сервері. Водночас це не робить систему автоматично безпечною: прошивка, модель і механізм оновлення повинні бути захищені від підміни. Таким чином, TinyML слід розглядати як частину повної IoT-архітектури, а не як ізольований алгоритм.

Отже, TinyML є практичним інструментом для задач, у яких рішення має прийматися близько до джерела даних і де передавання повного потоку в хмару є недоцільним. Найкращий результат забезпечує спільне проєктування моделі, апаратної платформи та сценарію експлуатації. Критеріями успіху мають бути не максимальна точність у лабораторному наборі, а достатня якість у реальних умовах, прогнозоване використання пам'яті, прийнятна затримка та стабільне енергоспоживання.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Banbury, C., Reddi, V. J., Torelli, P., Holleman, J., Jeffries, N., Kiraly, C., Montino, P., Kanter, D., Ahmed, S., Pau, D., Thakker, U., Torrini, A., Warden, P., Cordaro, J., Di Guglielmo, G., Duarte, J., Gibellini, S., Parekh, V., Tran, H., Tran, N., Wenxu, N., & Xuesong, X. (2021). MLPerf Tiny Benchmark. Proceedings of the Neural Information Processing Systems Track on Datasets and Benchmarks, 1.
2. Ray, P. P. (2022). A review on TinyML: State-of-the-art and prospects. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, 34(4), 1595–1623. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.11.019>
3. Warden, P., & Situnayake, D. (2019). TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers. O'Reilly Media.

Viktor Stepanov

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ZERO TRUST ARCHITECTURE FOR PROTECTING THE DIGITAL INFRASTRUCTURE OF A HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Abstract. The paper examines the application of zero trust architecture to the digital infrastructure of a higher education institution where local information systems, cloud services, personal devices, and remote access coexist. The traditional assumption that an internal network location is sufficient for trust is rejected. A staged implementation model is proposed: asset inventory, stronger identity assurance, device posture control, least-privilege access, segmentation, centralized logging, and automated response. Zero trust is treated not as a standalone product but as a policy and architecture principle requiring continuous verification of user identity, device state, context, and resource criticality.

Keywords: zero trust, cybersecurity, identity, access control, higher education institution, digital infrastructure.

Віктор Степанов

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

АРХІТЕКТУРА НУЛЬОВОЇ ДОВІРИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЦИФРОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Анотація. Розглянуто застосування архітектури нульової довіри до цифрової інфраструктури закладу вищої освіти, де одночасно використовуються локальні інформаційні системи, хмарні сервіси, персональні пристрої та віддалений доступ. Обґрунтовано відмову від моделі, у якій сам факт перебування користувача у внутрішній мережі вважається достатньою підставою для довіри. Запропоновано поетапну модель впровадження: інвентаризація ресурсів, посилення ідентифікації, контроль стану пристроїв, мінімально необхідні права, сегментація доступу, централізоване журналювання та автоматизоване реагування. Показано, що нульова довіра є не окремим продуктом, а принципом побудови політик доступу, який потребує постійної перевірки користувача, пристрою, контексту та критичності ресурсу.

Ключові слова: нульова довіра, кібербезпека, ідентифікація, контроль доступу, заклад вищої освіти, цифрова інфраструктура.

Цифрова інфраструктура сучасного закладу вищої освіти істотно відрізняється від класичної корпоративної мережі з чітким периметром. Викладачі та здобувачі використовують хмарні сховища, системи дистанційного навчання, електронну пошту, відеоконференції, наукові сервіси та власні мобільні пристрої. Частина ресурсів розміщується локально, частина — у зовнішніх дата-центрах, а доступ до них здійснюється як із кампусу, так і з домашніх мереж. За таких умов модель безпеки, в якій внутрішня IP-адреса або підключення до університетської мережі автоматично підвищує рівень довіри, стає недостатньою.

NIST визначає zero trust як підхід, за якого користувачам і пристроям не надається неявна довіра лише через їх фізичне або мережеве розташування, а автентифікація та авторизація виконуються перед установленням сесії доступу до ресурсу (Rose et al., 2020). Практичне значення цього принципу для закладу

освіти полягає в перенесенні центру захисту з мережевого периметра на конкретні ресурси: облікові записи, навчальні платформи, фінансові системи, наукові дані, кадрову інформацію та адміністративні сервіси.

Першим етапом впровадження повинна бути не закупівля нового програмного забезпечення, а інвентаризація. Організація має знати, які сервіси існують, хто ними користується, які дані вони обробляють і які залежності мають. Для кожного ресурсу доцільно визначити власника, рівень критичності та групи користувачів. Без такого реєстру неможливо реалізувати принцип мінімально необхідних прав, оскільки адміністратор не має формалізованого уявлення про те, які саме права є необхідними. Особливої уваги потребують старі інформаційні системи, у яких доступ часто організований спільними обліковими записами або широкими мережевими дозволами.

Другим етапом є посилення ідентифікації та автентифікації. Для адміністративних, фінансових, кадрових і наукових систем доцільно застосовувати багатофакторну автентифікацію, а також централізоване керування життєвим циклом облікових записів. Створення, зміна ролі та блокування користувача повинні бути пов'язані з кадровими й освітніми процесами, щоб звільнений працівник або випускник не зберігав доступ довше, ніж це обґрунтовано. Для сервісних облікових записів необхідні окремі політики ротації секретів і заборона їх використання як звичайних користувацьких профілів.

Таблиця 1. Пріоритети впровадження zero trust у закладі освіти

Напрямок	Першочергова дія	Очікуваний результат
Ідентичність	MFA для критичних систем, централізовані ролі	Менший ризик компрометації облікових записів
Пристрої	Перевірка стану керованих пристроїв	Контекстний доступ до чутливих ресурсів
Мережа й застосунки	Сегментація, доступ за конкретним ресурсом	Обмеження бічного переміщення
Дані й аналітика	Класифікація даних, централізовані журнали	Краща простежуваність і реагування

Джерело: складено автором на основі Rose et al. (2020) та CISA (2023).

Третій компонент — стан пристрою. Однаковий обліковий запис не повинен отримувати однаковий рівень доступу з керованого службового ноутбука та з невідомого пристрою без актуальних оновлень. У політиці доступу можуть враховуватися шифрування диска, версія операційної системи, наявність засобів захисту, статус реєстрації пристрою та географічно або поведінково нетипові ознаки сесії. Водночас у закладі освіти важливо не перетворити контроль на необґрунтоване блокування навчального процесу. Тому критичні обмеження доцільно застосовувати передусім до чутливих ресурсів, залишаючи публічні навчальні матеріали доступними з мінімальними бар'єрами.

CISA пропонує оцінювати зрілість zero trust через п'ять основних напрямів: identity, devices, networks, applications and workloads, data, а також через наскрізні можливості visibility and analytics, automation and orchestration та governance (CISA, 2023). Для університету це дає практичну дорожню карту: спочатку забезпечити стабільну ідентифікацію та журналювання, потім сегментувати доступ до прикладних систем, а вже після цього автоматизувати реакцію на підозрілі події. Важливо, що зрілість не означає повної відмови від мережевих засобів захисту. Міжмережеві екрани, VPN, сегментація та захист кінцевих точок залишаються важливими, але вони працюють як частина багаторівневої моделі, а не як єдина межа довіри.

Ефективність впровадження доцільно оцінювати через вимірювані показники: частку критичних систем із багатофакторною автентифікацією, кількість привілейованих облікових записів, час блокування доступу після зміни статусу користувача, частку керованих пристроїв, повноту журналювання та середній час реагування на інцидент. Такий підхід дозволяє уникнути формального «впровадження zero trust» у вигляді одного продукту або проєкту без зміни політик.

Отже, для закладу вищої освіти архітектура нульової довіри є насамперед способом організувати доступ у середовищі, де периметр постійно змінюється. Найбільший ефект дає поступове впровадження від інвентаризації ідентичностей та ресурсів до контекстного контролю, сегментації й автоматизації. Критерієм успіху має бути не кількість придбаних засобів захисту, а зменшення необґрунтованих прав і здатність установи швидко підтвердити, хто, з якого пристрою і на якій підставі отримав доступ до конкретного ресурсу.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Cybersecurity and Infrastructure Security Agency. (2023). Zero Trust Maturity Model, Version 2.0. U.S. Department of Homeland Security.
2. Rose, S., Borchert, O., Mitchell, S., & Connelly, S. (2020). Zero Trust Architecture (NIST Special Publication 800-207). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-207>

Maksym PetrovNational Technical University of Ukraine “Igor
Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION ARCHITECTURE FOR IMPROVING THE RELIABILITY OF GENERATIVE INFORMATION SYSTEMS

Abstract. The paper substantiates the use of retrieval-augmented generation as an architectural approach for generative information systems operating on local, regulatory, or frequently updated data. The workflow is considered as a sequence of corpus preparation, chunk indexing, semantic retrieval, context construction, and answer generation. A practical set of reliability criteria is proposed, including retrieval relevance, evidence coverage, source traceability, and resistance to stale data. Retrieval augmentation does not automatically eliminate erroneous outputs; however, it provides a technical basis for controlling information provenance and updating knowledge without full model retraining.

Keywords: retrieval-augmented generation, large language models, information systems, semantic search, reliability, artificial intelligence.

Максим ПетровНаціональний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

АРХІТЕКТУРА ПОШУКОВО-ДОПОВНЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГЕНЕРАТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Анотація. У роботі обґрунтовано доцільність використання пошуково-доповненої генерації як архітектурного підходу до побудови генеративних інформаційних систем, що працюють із локальними, нормативними або часто оновлюваними масивами даних. Розглянуто послідовність обробки запиту: підготовка корпусу, індексація фрагментів, семантичний пошук, формування контексту та генерація відповіді. Запропоновано набір практичних критеріїв оцінювання надійності такої системи: релевантність знайдених фрагментів, повнота доказової бази, простежуваність джерел і стійкість до застарілих даних. Показано, що пошуково-доповнена генерація не усуває ризик помилкових відповідей автоматично, але створює технічну основу для контролю походження інформації та регулярного оновлення знань без повного перенавчання моделі.

Ключові слова: пошуково-доповнена генерація, великі мовні моделі, інформаційні системи, семантичний пошук, надійність, штучний інтелект.

Генеративні інформаційні системи на основі великих мовних моделей швидко переходять від універсальних чат-інтерфейсів до спеціалізованих рішень для освіти, науки, бізнесу та внутрішніх корпоративних сервісів. Ключова проблема такого переходу полягає в тому, що параметричні знання моделі є фіксованими на момент навчання та не гарантують ані актуальності, ані коректного відтворення вузькоспеціалізованих фактів. Для систем, які повинні відповідати за внутрішніми регламентами, методичними матеріалами, нормативними документами або базами знань, цього обмеження достатньо, щоб навіть стилістично переконлива відповідь була непридатною для практичного використання.

Одним із базових способів подолання цієї проблеми є архітектура retrieval-augmented generation, запропонована як поєднання параметричної пам'яті генеративної моделі та зовнішньої непараметричної пам'яті, з якої перед формуванням відповіді добираються релевантні фрагменти (Lewis et al., 2020). У прикладній системі цей принцип доцільно реалізовувати не як просте «прикріплення документа до запиту», а як окремий конвеєр роботи з даними. Документи очищаються, діляться на логічні фрагменти, доповнюються метаданими, перетворюються на векторні подання та індексуються. На етапі запиту система знаходить найближчі за змістом фрагменти, після чого передає їх мовній моделі разом з інструкцією використовувати саме наданий контекст.

Для надійності особливе значення має якість розбиття документів. Надто великі фрагменти містять багато зайвої інформації та погіршують точність пошуку; надто короткі можуть втрачати смислову цілісність. Практичним рішенням є поєднання структурного поділу за заголовками, абзацами або пунктами документа з обмеженням максимальної довжини фрагмента та невеликим перекриттям сусідніх частин. Для нормативних і навчально-методичних документів доцільно зберігати разом із фрагментом назву документа, розділ, дату, версію та посилання на первинне джерело. Такі метадані використовуються не лише для пошуку, а й для відображення доказової бази користувачеві.

Таблиця 1. Контрольні точки пошуково-доповненої генерації

Етап	Основний ризик	Практичний контроль
Підготовка даних	Застарілі або дубльовані документи	Версіонування, дата чинності, дедуплікація
Пошук	Нерелевантні фрагменти	Тестові запити, поріг релевантності, метадані
Генерація	Непідтверджені твердження	Відповідь лише за контекстом, цитування джерел
Експлуатація	Непомітна деградація якості	Журнал запитів, контрольний набір, періодична перевірка

Джерело: складено автором на основі Lewis et al. (2020) та Tabassi (2023).

Найслабшою ланкою системи часто є не генерація, а пошук. Якщо релевантний фрагмент не потрапив у контекст, мовна модель може сформулювати правдоподібну відповідь на основі загальних знань. Тому оцінювання має розділяти щонайменше два рівні: якість retrieval-компонента та якість кінцевої відповіді. Для першого рівня перевіряють, чи потрапляє потрібний документ або фрагмент у перші результати пошуку; для другого — чи відповідає висновок наведеним джерелам і чи не додає модель непідтверджених тверджень. В освітньому середовищі такий поділ особливо важливий, оскільки огляди застосування генеративних моделей вказують одночасно на їхню корисність як навчального асистента і на ризик отримання неправильної або вигаданої інформації (Lo, 2023).

Окремим механізмом контролю є вимога до моделі відмовлятися від відповіді, якщо в отриманому контексті немає достатньої інформації. Це не повинно бути лише текстовою інструкцією. На рівні системи можна встановлювати мінімальний поріг релевантності пошуку, вимагати наявності двох незалежних фрагментів для критичних тверджень або повертати користувачеві список джерел замість синтезованої відповіді. Для документів, що часто змінюються, важливо також урахувувати дату та статус версії: архівний наказ чи застарілий регламент не повинен мати таку саму вагу, як чинний документ.

Підхід до управління ризиками доцільно узгоджувати з загальною логікою NIST AI Risk Management Framework, де робота з ризиками штучного інтелекту організовується через функції *govern*, *map*, *measure* і *manage* (Tabassi, 2023). Для пошуково-доповненої системи це означає визначення відповідальних за джерела даних, опис сценаріїв використання, регулярні тестові набори запитань, вимірювання частки відповідей із коректними посиланнями та процедуру реагування на виявлені помилки. Особливо важливо вести журнал версій індексу, оскільки зміна корпусу даних здатна суттєво змінити поведінку системи без зміни самої мовної моделі.

Таким чином, пошуково-доповнена генерація є доцільною не як універсальний засіб «усунення галюцинацій», а як контрольована архітектура доступу генеративної моделі до перевірених зовнішніх знань. Її практична цінність визначається якістю даних, пошуку, метаданих і процедур оцінювання. Для організаційних інформаційних систем найбільш раціонально починати з вузького корпусу документів, чітко визначених типів запитань і вимоги показувати джерела кожного фактологічного висновку. Саме така конфігурація дає змогу перетворити генеративну модель з автономного «джерела відповідей» на інтерфейс до керованої бази знань.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W.-t., Rocktäschel, T., Riedel, S., & Kiela, D. (2020). Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 9459–9474.
2. Lo, C. K. (2023). What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature. *Education Sciences*, 13(4), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
3. Tabassi, E. (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) (NIST AI 100-1). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1>

Volodymyr V. Kovalchuk

International University, Odesa, Ukraine

ORCID: 0000-0001-7460-8092

Dmytro V. Buryak

Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine

ORCID: 0009-0009-5635-1911

Dmytro D. Buryak

Odesa I. I. Mechnikov National University, Odesa, Ukraine

ORCID: 0009-0004-2207-3304

Yehor O. Holotov

Odesa Technological University IT STEP, Odesa, Ukraine

ORCID: 0009-0001-9771-6114

**ELEMENTS OF QUANTUM COMPUTER THEORY: A
MODEL FOR THE FORMATION OF A Q-BIT STATE**

Abstract. In recent years, there has been considerable interest in the possibility of creating quantum computers that use systems—each of which has an $SU(2)$ space - instead of electronic cells with a dichotomous state spectrum (0, 1). This paper proposes a model intended to serve as an example of the procedure for preparing an atom and a field for a specific, given quantum state. The proposed methodology is aimed at obtaining results for the development of theory and the practical creation of quantum computers.

Keywords: quantum computer, atom, field, laser, model, q- bit, state

Володимир В. Ковальчук

Міжнародний університет, Одеса, Україна

ORCID: 0000-0001-7460-8092

Дмитро В. Буряк

Національний університет «Одеська політехніка», Одеса, Україна

ORCID: 0009-0009-5635-1911

Дмитро Д. Буряк

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Одеса, Україна

ORCID: 0009-0004-2207-3304

Єгор О. Голотов

Одеський технологічний університет IT STEP, Одеса, Україна

ORCID: 0009-0001-9771-6114

**ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ КВАНТОВИХ КОМП'ЮТЕРІВ:
МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ СТАНУ Q-БІТА**

Анотація. В останні роки значний інтерес викликає можливість створення квантових комп'ютерів, у яких замість електронних комірок із дихотомічним спектром станів (0, 1) використовуються системи, кожна з яких має простір $SU(2)$. У роботі запропоновано модель, призначену як приклад процедури підготовки атома та поля до певного заданого квантового стану. Запропонована методика спрямована на отримання результатів для розвитку теорії та практичного створення квантових комп'ютерів.

Ключові слова: квантовий комп'ютер, атом, поле, лазер, модель, q-біт, стан

Introduction. Problem Statement. In recent years, there has been considerable interest in the possibility of creating quantum computers (QC), in which systems with $SU(2)$ space (such as correlated two-level atoms or photons) play the role of electronic

cells with a dichotomous state spectrum (0,1) [1]. Modern techniques allow for the fairly reliable preparation of specific states of atoms and fields. This paper proposes a model intended to serve as an example of a procedure for preparing an atom and a field in a specific, given quantum state. The ability to manipulate wave functions will open up new possibilities for experimentally verifying practical predictions of quantum theory regarding the interaction of a field with matter. The proposed technique is aimed at obtaining results for the development of the theory and the practical creation of quantum circuits.

Formation of a q-bit state. When describing the interaction of atoms with resonant monochromatic radiation, it is sometimes sufficient to consider only two non-degenerate energy levels of the atom. In this case, the free state of the atom can be represented as a superposition of two basis vectors: $|\psi\rangle = \alpha|g\rangle + \beta|e\rangle$ (where the letters g and e denote the lower and upper levels, respectively). Thus, the ground state of a two-level atom is given by a pair of complex numbers (α, β) . If we take into account the standardization condition $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$, and if we also neglect the total phase α and β , then the state is determined by two parameters of the substance (for example, the coordinates of points (θ, ϕ) on the Bloch sphere [2]).

The polarization state of a classical monochromatic wave or photon can be represented on a corresponding Poincaré sphere [3]. A single-mode field in a resonator (with a specific polarization) interacting with a two-level atom can be in a superposition of the vacuum state and the single-photon state. The space of the resonator in question has the same structure: $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$. The state space of particles with spin 1/2 has a similar geometry. In terms of group theory, such a space is called an SU(2) space [1].

The procedure for forming a q-bit state is as follows. All qubit cells must be in a single pure entangled state Ψ . Such a device leads to a significant increase in the speed of solving problems in certain classes. The information contained in the numbers (α, β) or (θ, ϕ) is specifically called a q-bit (qubit). When an atom interacts with a single-mode field in a resonator, a reverse exchange of q-bits may occur

$$|\Psi\rangle = (\alpha|g\rangle + \beta|e\rangle)|0\rangle \rightarrow |\Psi'\rangle = |g\rangle(\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle) \quad (1)$$

The process and the subsequent back transfer of q-bits from the field of another atom were studied in [4]. The interaction of two atoms via a field also made it possible to experimentally produce two atoms in an entangled EPR state [5]:

$$|e_1, g_2, 0\rangle \rightarrow \frac{(|e_1, 0\rangle + |g_1, 0\rangle)|g_2\rangle}{\sqrt{2}} \rightarrow \frac{(|e_1, g_2\rangle + |e_2, g_1\rangle)|0\rangle}{\sqrt{2}}. \quad (2)$$

In quantum teleportation, a q-bit is irreversibly transferred from one photon to another.

Modern technologies allow a single atom to be confined within a limited space (a magneto-optical trap) and cooled to extremely low temperatures on the order of 10^{-7} K. Under these conditions, the atom transitions to the ground state $|g\rangle$. Suppose that at time t_0 , the atom is exposed to a short-duration (τ) laser pulse with a specific amplitude (a π -pulse). Intense laser radiation can be treated classically with high accuracy. The laser frequency equals the transition frequency $\omega_e = \frac{(E_e - E_g)}{\hbar}$ between the ground state $|g\rangle$ and one of the excited states $|e\rangle$ of the atom. According to the theory, when exposed to a laser pulse, the atom transitions to a specified state $|\psi\rangle = \alpha|g\rangle + \beta|e\rangle$, where

the coefficients α and β determine the phase of the optical oscillations and the area of the laser pulse (the product of the amplitude E_0 and the duration τ). This method is used in modern research [4,5]. Subsequently, the state evolves according to the Schrödinger equation: $|\psi_t\rangle = \alpha|g\rangle + \beta|e\rangle \exp(-i\omega_e t)$.

To account for unexpected fluctuations in the laser's amplitude and phase, the state of the atomic ensemble during repeated experiments was described by a mixed state. It should be emphasized that during the described procedure, the properties of the quantum object are not measured; that is, the preparations do not involve measurement, as is traditionally done. The main assumption is a classical description of the laser field, which acts as a given external force and accounts for the relaxation that brings the atom to the ground state $|g\rangle$. During the measurement process, at the preparation stage, a boundary between the classical and quantum descriptions is established based on general physical pictures. This procedure is based on the adequacy of heuristic semi-classical models, which were developed based on the results of fairly successful experiments.

The interaction of atoms with unconstrained (vacuum) field modes, which are allowed over short time intervals, was taken into account. This interaction causes spontaneous photon emission (an exponential wave packet with an average frequency ω_e and duration $\tau_e = 1/\omega_{ge}$, which determines the probability of a spontaneous transition per unit time ω_{ge}). A point on the Bloch sphere (corresponding to the state of the atom) will move in a spiral from the north pole to the south pole. After some time ($t \gg \tau_e$), the atom will, with high probability, be at the south pole in the ground state, and the field will be in the single-photon state $|1\rangle$.

In this way, the proposed model serves as an example of a procedure for preparing an atom and a field in a specific, predetermined state. Thus, modern techniques allow for the fairly reliable preparation of specific states of atoms and fields. This ability to manipulate wave functions is widely used for the experimental verification of practical predictions of quantum information theory regarding the interaction of a field with matter [6].

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Mota R.D. Ojeda-Guillén D. Salazar-Ramírez M. Granados V.D. (2016). "SU(1,1) approach to Stokes parameters and the theory of light polarization". *J. Optical Society of America*. 2016. B. **33** (8): 1696–1701 <https://doi.org/10.1364/JOSAB.33.001696>. S2CID 119146980
2. Annamalai Ch. (2026). *Quantum Computing and the Bloch Sphere: Mathematical Framework, Single-Qubit Transformations, and Circuit Logic*. <https://doi.org/10.33774/coe-2026-9xkq5>
3. Collett E. (2005) *Field Guide to Polarization*, SPIE Press, Bellingham. WA. 148 p.
4. Reiserer A., Rempe G. (2015). Cavity-based quantum networks with single atoms and optical photons. *Rev. Mod. Phys.* **87**, 1379 <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.87.1379>

5. Haroche S., Wineland D. J. Nobel Prize Outreach A.B. (2012). Scientific background on the Nobel Prize in Physics 2012: Measuring and manipulating individual quantum systems. *Nobel Prize.org*. *To cite this section*

MLA style: Press release. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach 2026. Fri. 18 Sep 2026. <<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2012/press-release/>>

6. Annamalai C. (2026). Hilbert Spaces in Quantum Information Theory: From Single-Qubit Systems to n-Dimensional Quantum Registers. COE, Cambridge University Press. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.14847.57767>.

Mykola Golovenko

A. V. Bogatsky Physico-Chemical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0003-1485-128X

Viktor Kuzmin

A. V. Bogatsky Physico-Chemical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0002-2753-0453

Vitalii Larionov

A. V. Bogatsky Physico-Chemical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0003-2678-4264

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CHEMOINFORMATICS: COMPLEMENTARITY OF TWO FIELDS OF MODERN CHEMISTRY

Abstract. The theses examine the complementary roles of artificial intelligence and cheminformatics in modern chemistry. The applications of machine learning in predicting chemical properties, planning organic synthesis, forecasting chemical reactions, drug discovery, and experimental optimization are discussed. The advantages and limitations of AI-based approaches are analyzed, including data quality, model interpretability, prediction uncertainty, and the need for experimental validation. Future perspectives involving autonomous laboratories, materials discovery, quantum chemistry, and the development of digitally skilled chemists are considered.

Keywords: Artificial intelligence; cheminformatics; machine learning; prediction of chemical properties; organic synthesis; chemical reaction prediction; pharmaceutical chemistry.

Микола Головенко

Фізико-хімічний інститут ім. О. В. Богатського НАН України, Одеса, Україна
ORCID: 0000-0003-1485-128X

Віктор Кузьмін

Фізико-хімічний інститут ім. О. В. Богатського НАН України, Одеса, Україна
ORCID: 0000-0002-2753-0453

Віталій Ларіонов

Фізико-хімічний інститут ім. О. В. Богатського НАН України, Одеса, Україна
ORCID: 0000-0003-2678-4264

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І ХЕМОІНФОРМАТИКА: ВЗАЄМОДОПОВНЮВАНІСТЬ ДВОХ ГАЛУЗЕЙ СУЧАСНОЇ ХІМІЇ

Анотація. У тезах розглянуто взаємодоповнювальну роль штучного інтелекту та хемоінформатики в сучасній хімії. Проаналізовано застосування машинного навчання для прогнозування хімічних властивостей, планування органічного синтезу, прогнозування хімічних реакцій, пошуку лікарських засобів та оптимізації експериментів. Розглянуто переваги й обмеження підходів на основі ШІ, зокрема якості даних, інтерпретованість моделей, невизначеність прогнозів і необхідність експериментальної перевірки. Окреслено перспективи, пов'язані з автономними лабораторіями, пошуком нових матеріалів, квантовою хімією та підготовкою хіміків із розвиненими цифровими компетентностями.

Ключові слова: штучний інтелект; хемоінформатика; машинне навчання; прогнозування хімічних властивостей; органічний синтез; прогнозування хімічних реакцій; фармацевтична хімія

Introduction

Contemporary chemistry is undergoing a period of profound transformation driven by the active development of digital technologies, computational methods, and artificial intelligence (AI). A prominent place in this process is occupied by chemoinformatics, which utilizes mathematical, statistical, and information technology methods for the storage, processing, and analysis of data regarding chemical compounds and reactions. AI opens new horizons for chemoinformatics due to its capacity to identify patterns within large-scale chemical datasets, predict substance properties, evaluate reaction probability, and facilitate the discovery of prospective drug molecules. The complementarity of artificial intelligence and chemoinformatics lies not in the replacement of a chemist by a computer, but rather in the formulation of a novel paradigm for scientific endeavor. Within this approach, the human scientist defines the research problem, the computational model assists in information processing, and the experiment serves to validate and refine the prediction. It is precisely this synergy that establishes the framework for a more rapid, rational, and efficient advancement of modern chemistry.

The Synergy of Chemical Knowledge and Artificial Intelligence Algorithms

One of the most critical avenues for applying AI in chemoinformatics is the prediction of chemical substance properties. When analyzing a molecule, a chemist considers its structure, functional groups, electronic characteristics, spatial configuration, and potential interactions with other substances. This knowledge enables the formulation of hypotheses regarding the compound's solubility, melting point, stability, toxicity, or biological activity. Machine learning algorithms significantly expand these capabilities. They can be trained on datasets of previously investigated substances to establish statistical relationships between molecular structure and specific properties. To achieve this, molecular descriptors, structural fingerprints, molecular graph representations, and other methods of encoding chemical information are employed [1]. However, predictions do not emerge in a vacuum. The quality of the outcome depends on how accurately the chemist has described the molecule, what data were utilized for training, and whether the predictive conditions correspond to actual experimental settings. Consequently, chemical intuition and theoretical knowledge remain an indispensable complement to mathematical algorithms (Table).

**Table 1. Examples of Interaction
Between Chemical Knowledge and AI**

Chemical Task	AI and Chemoinformatics Tool	Practical Outcome
Solubility prediction	Machine learning based on molecular descriptors	Preliminary evaluation of compound solubility
Toxicity assessment	QSAR models and classification algorithms	Identification of potentially hazardous substances

Continuation of Table 1

Chemical Task	AI and Chemoinformatics Tool	Practical Outcome
Prediction of material properties	Neural networks, structure and composition analysis	Screening for materials with target characteristics
Chemical reaction prediction	Models based on reaction data	Assessment of probable products and reaction conditions
Drug molecule discovery	Virtual screening and generative models	Selection of prospective candidates for further research

Consequently, the application of AI in chemistry facilitates a transition from the analysis of individual compounds to the systematic investigation of vast chemical spaces.

Planning of organic synthesis and prediction of chemical reactions.

Organic synthesis often requires the development of a reaction sequence, selection of reagents, catalysts, solvents, temperature regimes, and product purification methods. Chemoinformatics and AI assist in automating individual stages of this process. Retrosynthetic analysis involves the conceptual disassembly of a target molecule into simpler structural fragments from which it can be synthesized. Algorithms can suggest potential chemical bond cleavages, analyze reactions from databases, and identify prospective synthetic routes.

Reaction prediction models, specifically transformer and graph neural networks, are trained on examples of known chemical transformations [2]. They can evaluate probable reaction products, predict the reactivity of substrates, and guide the selection of appropriate conditions. However, a model may fail to account for intermediate instability, the complexity of purification, reagent availability, or the hazards associated with certain conditions. Consequently, the final decision must be made by the chemist, relying on theoretical knowledge and experimental experience.

Applications in pharmaceutical chemistry and the discovery of new medicinal agents

The discovery and development of a new medicinal agent is a prolonged and complex process encompassing the identification of biologically active compounds, as well as the evaluation of their efficacy, safety, pharmacokinetic properties, and potential for subsequent manufacturing. AI can assist at various stages of this pathway. One of the most prevalent approaches is virtual screening—the computational evaluation of a vast number of molecules to identify compounds capable of interacting with a specific biological target. This method significantly reduces the number of substances requiring high-priority experimental testing [3].

Another prominent avenue is the prediction of molecular properties associated with therapeutic effects. Computational models can evaluate potential biological activity, permeability through biological membranes, metabolic stability, and specific toxicity risks. At the same time, pharmaceutical predictions face substantial limitations. Biological systems are extraordinarily complex, and the activity of a molecule within a computer model does not guarantee its efficacy within a living organism. A drug candidate must undergo multi-stage experimental and clinical validation. Consequently, AI serves as a tool to accelerate the discovery process rather than a replacement for pharmacological and medical research.

Optimization of experimental studies.

Traditional chemistry relies heavily on conducting numerous laboratory trials. This approach is often resource-intensive, and a significant portion of experiments may ultimately prove non-viable. AI facilitates a transition from random or sequential testing of conditions to a more targeted planning strategy. Active learning and Bayesian optimization methods enable the model to determine which subsequent experiment can yield the most valuable information. Following each trial, the model updates its predictions and proposes new conditions.

The integration of AI with automated laboratory systems is particularly promising. Robotic equipment can perform reaction series, measure outcomes, and transmit data back to the computational model. This 'prediction–experiment–analysis–new prediction' cycle establishes the foundation for self-driving research processes [4]. It enables the investigator to gain a deeper insight into process regularities, as experiments are selected in accordance with a specific informational objective.

The chemist, computer models, and AI as a new model of scientific activity.

The application of AI alters not only individual methods of chemical research but also the very organization of scientific labor. In the traditional model, the chemist formulates a hypothesis, conducts an experiment, and analyzes the outcome. In the digital model, a computational system is integrated into this process, capable of processing large-scale datasets, identifying patterns, and generating new hypotheses. However, a computational model is not an autonomous bearer of chemical understanding; it operates solely with the data and mathematical representations embedded during the training process. The novel paradigm of scientific endeavor is grounded in the synergy of three core components: fundamental chemical knowledge, computational methods, and experimental validation. Within this framework, AI serves as an intellectual assistant, capable of rapidly comparing alternatives and suggesting new avenues of research. Concurrently, the responsibility for problem definition, outcome evaluation, and scientific conclusions remains strictly with the human researcher.

Advantages and challenges of integrating artificial intelligence into chemoinformatics

One of the primary advantages of integrating AI into chemistry is the enhancement of research speed and efficiency. Computational models are capable of analyzing thousands and millions of molecular structures in a significantly shorter timeframe than is possible through an exclusively manual approach. This is particularly crucial in medicinal chemistry, materials science, and the discovery of novel catalysts. Another benefit is the potential to minimize non-viable experiments. If a model accurately evaluates compound properties or reaction conditions, the researcher can concentrate attention on the most well-founded alternatives. However, the efficacy of such an approach directly depends on the quality of the chemical data. Data quality, reliability, and representativeness constitute one of the core challenges in chemoinformatics. Datasets may contain errors, incomplete descriptions of

substances, varied measurement conditions, or biases toward specific types of molecules. For instance, a model trained predominantly on thoroughly investigated organic compounds may inaccurately predict the properties of rare or fundamentally novel materials.

The interpretability of models remains a critical issue. Certain algorithms, particularly deep neural networks, are capable of generating precise predictions, yet the underlying reasons for achieving a specific result are not always transparent. This is of fundamental importance for chemistry, as it is vital for a scientist not only to predict a substance's property but also to understand its molecular rationale.

The necessity for experimental validation represents a fundamental limitation of any predictions. While a model may prove useful for screening candidates, its outcomes cannot be automatically equated with proven facts. The experiment remains the definitive method for testing hypotheses, refining models, and discovering new regularities. Furthermore, the digitalization of chemistry introduces ethical, educational, and professional challenges. Concurrently, questions arise regarding the responsibility for errors in automated systems, data protection, academic integrity, and the accessibility of digital tools.

Prospects for the development of the interaction between artificial intelligence and chemoinformatics

One of the most significant prospects is the creation of autonomous laboratories, wherein robotic systems will be capable of independently executing a portion of the research cycle. Such laboratories will integrate experiment planning, substance synthesis, property measurement, and machine-driven analysis of the outcomes [5]. The development of novel materials, catalysts, and medicinal agents represents another critical avenue. Generative models can assist researchers in screening for molecular structures with pre-defined target characteristics. In materials science, this unlocks opportunities to discover compounds possessing required electrical, mechanical, optical, or catalytic properties.

The integration of chemoinformatics, quantum chemistry, and AI will be of particular importance. Quantum chemical calculations provide insight into electronic structure, energetic characteristics, and reaction mechanisms. Machine learning is capable of utilizing the results of these calculations to build faster, approximate models, thereby opening up prospects for investigating more complex chemical systems. As a result, a novel archetype of the chemist is emerging—one who possesses fundamental chemical knowledge and understands the principles of digital technologies. Such a specialist must be able to critically evaluate data, operate computational models, comprehend the limitations of algorithms, and concurrently retain the capacity for creative chemical thinking.

Consequently, the developmental prospects of autonomous laboratories, generative molecular design, quantum chemical modeling, and intelligent data analysis signify the formation of a new stage in chemical science. The future of chemistry lies not in the opposition of human and machine, but rather in their productive

collaboration, wherein chemical thinking defines the research direction, artificial intelligence expands the horizon of possibilities, and the experiment ensures the scientific validity of the outcomes.

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Tetko, I. V., & Tanchuk, V. Y. (2002). Associative neural network as a powerful tool for QSAR analysis and database mining. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 42(5), 1136–1145. <https://doi.org/10.1021/ci010132r>.
2. Coley, C. W., Rogers, L., Jamison, T. F., & Jensen, K. F. (2017). A graph-convolutional neural network model for the prediction of chemical reactivity. *Chemical Science*, 8, 533–542. <https://doi.org/10.1039/C6SC02721J>.
3. Vamathevan, J., Clark, D., Czodrowski, P., et al. (2019). Applications of machine learning in drug discovery and development. *Nature Reviews Drug Discovery*, 18, 463–477. <https://doi.org/10.1038/s41573-019-0024-5>.
4. Häse, F., Roch, L. M., & Aspuru-Guzik, A. (2019). Next-generation experimentation with self-driving laboratories. *Trends in Chemistry*, 1(3), 282–291. <https://doi.org/10.1016/j.trechm.2019.02.007>.
5. Stach, E., DeCost, B., Kusne, A. G., et al. (2021). Autonomous experimentation systems for materials development: A community perspective. *Matter*, 4(9), 2702–2726. <https://doi.org/10.1016/j.matt.2021.06.007>

